

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10-269538

(43) 公開日 平成10年(1998)10月9日

(51) Int. Cl. °

識別記号

F I

G 1 1 B 5/49
21/21

G 1 1 B 5/49
21/21

D
C
Z

審査請求 未請求 請求項の数 8

O L

(全 4 2 頁)

(21) 出願番号 特願平9-142717

(22) 出願日 平成9年(1997)5月30日

(31) 優先権主張番号 08/655849

(32) 優先日 1996年5月31日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(31) 優先権主張番号 08/656639

(32) 優先日 1996年5月31日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(31) 優先権主張番号 08/657778

(32) 優先日 1996年5月31日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 597071010

ハッチンソン テクノロジー インコーポ
レーティッド
アメリカ合衆国 ミネソタ州 55350-97
84 ハッチンソン ウェスト ハイランド
パーク 40

(72) 発明者 マーク ティー, ジラード

アメリカ合衆国 ミネソタ州 55350 ハ
ッチンソン テキサス アベニュー 103
5 アパートメント ビー6

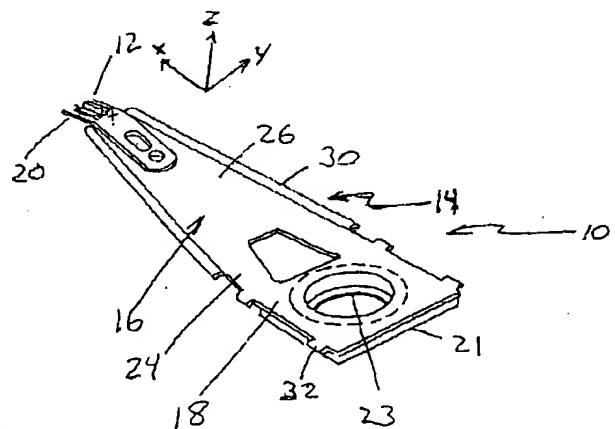
(74) 代理人 弁理士 伊藤 武久 (外1名)

(54) 【発明の名称】 磁気ヘッド懸架装置のためのサーマル調整システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 懸架装置の荷重、静止姿勢ロール、半径幾何学的形状を調整する。

【解決手段】 クランプ、ロード係合部材、アクチュエータ、レーザ及び制御システムを有する。懸架装置の据付範囲はクランプが解放可能に収容、挟持し、ロードビーム16はロードビーム係合部材がクランプに対する調整位置で係合、支持し、ロードビーム係合部材は、アクチュエータが駆動し位置決めし、レーザからのIR光線は光ファイバーによって懸架装置のスプリング範囲24に向けられ、制御システムはプレ調整入力ターミナル、メモリ及びコントローラを有する。ロードビーム調整位置を表す調整データをメモリに記憶し、コントローラをプレ調整入力ターミナル、アクチュエータ、レーザ及びメモリに連結し、ロードビームがストレス解放された後に、調整位置を決定する測定値としてメモリにアクセスし、アクチュエータを作動して調整位置でロードビームを位置決めさせる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スプリング範囲、基部側端部の据付範囲及び遠位側端部のヘッド收容範囲を備えたロードビームを有するタイプの懸架装置の1つ若しくは複数のパラメータを調整するためのヘッド懸架装置調整システムにして、

ロードビームに係合し当該ロードビームを据付範囲に対する調整位置に支持するためのロードビーム係合部材と、

当該ロードビーム係合部材を駆動し位置決めするためのアクチュエータと、

ロードビームの少なくともスプリング範囲に熱を加えるための熱源と、

ロードビームがストレス解放された後に懸架装置に所望のポスト調整パラメータ値を備えさせることになる懸架装置パラメータ調整位置を表すパラメータ調整データを記憶するためのメモリと、

上記アクチュエータと熱源とメモリと連結し、パラメータ調整データの作用としてアクチュエータを作動し、所望のパラメータ値に懸架装置の1つ若しくは複数のパラメータを調整するために熱源を作動するコントローラとを有してなるヘッド懸架装置調整システム。

【請求項2】 上記システムが更に懸架装置の測定された1つ若しくは複数のプレ調整パラメータ値を表す情報を受けるためのプレ調整入力ターミナルを有してなり、上記コントローラが当該プレ調整入力ターミナルにも連結し、所望のパラメータ値に懸架装置の1つ若しくは複数のパラメータを調整するためにパラメータ調整データと測定されたプレ調整パラメータ値の作用としてアクチュエータを作動することを特徴とする請求項1に記載のヘッド懸架装置調整システム。

【請求項3】 上記システムが更に懸架装置の測定された1つ若しくは複数のポスト調整パラメータ値を表すポスト調整測定データを受けるためのポスト調整入力ターミナルを有してなり、上記コントローラが、測定された1つ若しくは複数のポスト調整パラメータ値と所望のパラメータ値の間の差の作用として、メモリに記憶されたパラメータ調整データを最新のものにすることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のヘッド懸架装置調整システム。

【請求項4】 1つ若しくは複数の調整されたパラメータ値が、懸架装置グラムロード、静止姿勢及び輪郭的な幾何学的形状のうちの1つ若しくは複数の有してなることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載のヘッド懸架装置調整システム。

【請求項5】 スプリング範囲、基部側端部の据付範囲及び遠位側端部のヘッド收容範囲を備えたロードビームを有するタイプの懸架装置の1つ若しくは複数のパラメータを調整するための方法にして、

ロードビームがストレス解放された後に、懸架装置に所

望のポスト調整パラメータ値を備えさせることになる調整位置を表すパラメータ調整データを記憶すること、ロードビームがストレス解放された後に、パラメータ調整データにアクセスし、懸架装置に所望のポスト調整パラメータ値を備えさせることになる調整位置にロードビームを位置決めすること、

ロードビームが調整位置に位置決めされている間にロードビームをストレス解放するためにロードビームの少なくともスプリング範囲に熱を加えることからなる方法。

【請求項6】 パラメータ調整データを記憶することが、ロードビームがストレス解放された後に懸架装置に所望のポスト調整パラメータ値を備えさせることになるロードビーム調整位置の作用として1つ若しくは複数のパラメータ値を表すパラメータ調整データを記憶することを有してなること、及びパラメータ調整データにアクセスすることが、ロードビームがストレス解放された後に、測定された1つ若しくは複数のプレ調整パラメータ値の作用として、パラメータ調整データをアクセスし、懸架装置に所望のポスト調整パラメータ値を備えさせることになる調整位置にロードビームを位置決めすることを有してなることを特徴とする請求項5に記載の方法。

【請求項7】 更に、測定された1つ若しくは複数のポスト調整パラメータ値の機能として、パラメータ調整データを最新のものにすることを特徴とする請求項5又は請求項6に記載の方法。

【請求項8】 懸架装置グラムロード、静止姿勢及び輪郭的な幾何学的形状のうちの1つ若しくは複数の調整するための請求項5～7のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、剛性のある磁気デスクドライブヘッドジンバル組立体に用いられる懸架装置（サスペンション）の特性を調整するための機械である。特に、本発明は、ロールでならした懸架装置やヘッドジンバル組立体のグラム荷重（ロード）、輪廓形状および静的（静止）姿勢を調整するための機械である。

【0002】

【従来の技術】ヘッド懸架装置組立体(HSAs)としても知られるヘッドジンバル組立体(HGAs)は、回転するデスク表面にきわめて近接する磁気ヘッドを支持するために剛性のある磁気デスクドライブに普通用いられている。そのようなジンバル組立体10は図1に示してある。図示のように、ジンバル組立体10は、懸架装置14に取り付けられた空気軸受ヘッドスライダ組立体12を有する。懸架装置14はロードビーム16を有し、このロードビーム16はその基端に取付領域（据付範囲）18を有しかつその末端にジンバルまたは屈曲部20を有する。デスクドライブ（図示せず）に組み込まれるときに、取付領域18は、ジンバル組立体10を回転デスクの上方に支持するアクチュエータまたは位置決めアーム

に取りつけられるように形造られている。取付ボス23を有する基板21は、取付領域の剛性を増しかつ位置決めアームにジンバル組立体を取付固定するための機構を設けるために取付領域18に溶接されるのが典型的である。ロードビーム16は細長いしばしば大体三角形の部材であり、取付領域18に隣接したばね領域（スプリング範囲）24と、ばね領域から延びている堅い領域（剛性範囲）26とを有する。図1に示した実施の形態のばね領域24は、二つの脚部にばね領域を形成する中心孔を有する。この実施の形態では、屈曲部20は別個の部材として製造されて、堅い領域26の末端に溶接される。空気軸受ヘッドスライダ組立体12は磁気ヘッド（図1には見えない）を有しかつ屈曲部20に接着剤により結合されるのが典型的である。

【0003】懸架装置14の製造中、そこから延びる複数の平らなかつ未成形のロードビームブランクを有する細長いキャリアストリップがステンレス鋼または他のばね材料の薄板から化学的に食刻される。平らなかつ未成形の屈曲部ブランクを有するキャリアストリップはステンレス鋼の薄板から同様な仕方で食刻される。引き続き製造作業中、側方レール30、リード線キャプチャー32、荷重点くぼみ（見えない）やロードビーム16のほぼ平坦な面からz軸に沿って上方へまたは下方へ延びる他の構造（すなわち、z高さ方向として知られているものにおいて）がロードビーム上に機械的曲げ過程により形成される。z高さの変形を必要とする屈曲部ブランク上の構造（例えば荷重点、図示せず）が同様な仕方で形成される。成形後、屈曲部20がロードビーム16の末端に溶接される。基板21も成形作業に続いてロードビーム16の取付領域18に溶接される。

【0004】図示しかつ前述した懸架装置14は、ロードビーム16、屈曲部20および基板21を有する点でスリーピース設計として知られており、そのすべては別々に製造されて一緒に溶接される前に成形される。ツウピース設計または一体化されたジンバル懸架装置（図示せず）として知られた他の懸架装置設計では、屈曲部がロードビームの堅い領域の末端で食刻される。z高さ方向にロードビームの平坦な面から延びる一体化されたジンバルの部分、成形中ロードビーム上に他の構造とともに成形される。基板は、これらのロードビームおよび一体化されたジンバル食刻ならびに成形作業後取付領域に溶接されるのが典型的である。

【0005】図2に示したように、これらの食刻、成形および溶接作業の製品はキャリアストリップ34からほぼ平らな懸架装置14が延びているキャリアストリップ34であり（すなわち、取付領域18、ばね領域24およびロードビームの堅い領域26がほぼ同一平面上であり同じz高さにある）。引き続き製造作業中、各ロードビーム16のばね領域24が、ばね領域を可塑的に曲げ

かまたは他の方法で曲げるかして作られる。図3および4に示したように、この巻き操作はばね領域24に湾曲した形状を与え、そして懸架装置14がその未負荷状態すなわち自由な状態にあるときに屈曲部20が取付領域18からz高さ方向にずれる。これらの巻き操作を行うための設備と方法は、例えばスミス等による米国特許4,603,567号およびハッチ等による米国特許5,471,734号でほぼ知られかつそこに開示されている。

【0006】上記のように、懸架装置14は磁気デスクの上方にスライダ組立体12を支えている。回転するデスクの表面の空気圧に対する反作用で、スライダ組立体12は流体力学上の力を発生し、そのためスライダ組立体がデスク表面から持ち上がってその上方を「飛ぶ」。この流体力学上の持ち上げ力に反作用するように、ヘッドジンバル組立体10は懸架装置14が負荷状態でデスクドライブに取りつけられており、したがって懸架装置の曲げられたばね領域24がヘッドスライダ組立体12を磁気デスクに向かって押しやる。スライダ組立体12がデスク面の上方を飛ぶ高さは、「フライング高さ」として知られている。懸架装置14がスライダ組立体12に及ぼす力は「グラム荷重」として知られている。高い性能のデスクドライブ操作は、空気軸受ヘッドスライダ組立体12が回転する磁気デスク面に密接に一定の高さと姿勢で追従することを必要とする。この臨界的な要求を満足させるために、懸架装置14のグラム荷重は比較的きっちりした設計仕様範囲（それぞれ所望のまたは公称のグラム荷重以上および以下の上方と下方の範囲の設計仕様のグラム荷重に関して定義された）に調整しなければならない。

【0007】懸架装置14を巻いた後の懸架装置14のグラム荷重を調整するための技術は、例えばスミス等による米国特許4,603,567号およびショーン等による米国特許5,297,413号からほぼ知られかつ開示されている。簡単に言えば、そのような一つの方法は「熱（サーマル）調整」または「光調整」技術として知られている。ロードビームのようなステンレス鋼部材の周知の性質は、それらの部材を曲げようとするのに反応して及ぼす力を熱エネルギーにさらすことにより減少させることができる（ストレス緩和）。部材が及ぼされる力の減少量と熱の量との間の機能的関係は経験的に決定することができる。光調整法は、「下方グラム」になるように、すなわち所望のグラム荷重範囲より大きい初期のグラム荷重を有するように故意に製造された（例えば前述した種類の巻き操作により）ロードビームのグラム荷重を下げるようにこの経験的に決定された関係を利用する。

【0008】光調整法を行うための設備は、懸架装置14の取付領域18を固定ベースまたは基準面に締め付けるためのクランプと、懸架装置のグラム荷重を測定するためのロードセルとを有する。コンピュータ制御されるアクチュエータがロードセルを屈曲部20と係合するよ

うに移動させて、懸架装置のための特定のフライ高さに一致する基準面に関して屈曲部を z 高さまたは偏り位置へ持ち上げる（すなわち、グラム荷重がフライ高さで測定される）。実際に、屈曲部20が持ち上げられる際に、測定されたグラム荷重はそのときのこの値に向かって急速に上昇する。測定されたグラム荷重が上方範囲の設計仕様に達すると、コンピュータが作用してすなわち高強度赤外線ランプをオンにして熱をロードビーム16に加える。加えられた熱が懸架装置14の実際のグラム荷重を減少させるので、測定されたグラム荷重は急速にピークに達する。熱を連続して加えると、測定されたグラム荷重が時間と共に減少する。測定されたグラム荷重が減少して、所定の設定点、典型的には公称または所望のグラム荷重と下方範囲設計仕様との間の荷重になったときにコンピュータを停止させ、すなわちランプを切る。一度ランプが切られると、測定されるグラム荷重の減少が急速におそくなりそして懸架装置14の熱が消失する際にその最小値（しばしば下方範囲設計仕様より低いグラム荷重に）に達する。しかしながら、ロードビームが冷却し続けるにつれて、測定されたグラム荷重が増加して、設計仕様範囲内であるのが申し分なく好ましいかつ理想的には公称の設計仕様に近接した平衡または最後に荷重値で安定化する。また、最後のグラム荷重は光調整過程に続いて測定される。この測定値は、グラム調整過程により得られた結果の精度を最適化するために、加えられた熱量（例えば、ランプのオン時間）とグラム荷重減少の間の機能関係の記憶されたモデル（例えば、設定点）を連続的に更新するためにコンピュータにより用いられる。

【0009】コンピュータ制御された機械的な曲げ過程は、ロードビーム16上のグラム荷重を調整するためにも用いられる。機械的な曲げ方法は、ロードビーム16が機械的に曲げられる量とグラム荷重の関連した変化の間の経験的に決定された関係を利用する。この技術により典型的に行われるグラム荷重調整の範囲のために、この関係を正確に述べるために簡単な線形復帰ラインが見出された。実際に、この技術はステッパモータ駆動の曲げ機構とロードセルに連結されたコンピュータにより実施される。グラム荷重の変化とモータステップの数

（すなわち、必要な曲げの関連した量または範囲）との間の関係がコンピュータに記憶される。懸架装置のそのときのこのグラム荷重がロードセルにより測定された後、コンピュータは必要な荷重補正（すなわち、測定荷重と所望の荷重の間の差）を計算する。それから、コンピュータが必要な荷重補正を達成するのに必要なモータステップの数を決定するために必要な補正に応じてモデルにアクセスして、したがってステッパモータを作用させる。一度ロードビームが曲げられると、そのときのこのグラム荷重が再び測定されて、モデルを更新するために用いられる。最も最近に実施された機械的な曲げの

与えられた数から測定されたデータを用いて、次の機械的な曲げの実施に先立ち復帰ラインデータを再計算する。

【0010】懸架装置のグラム荷重が始めに前述したような方法を用いて設定された後、空気軸受ヘッドスライダ組立体12を屈曲部20に取付けて、リード線をロードビーム16にクランプする。あいにく、この製造操作に含まれる機械的なハンドリングおよび組立て過程は、時々組み立てられたヘッド懸架装置組立体10のグラム荷重を設計仕様範囲以上にしてしまう。グラム荷重設計仕様は適正なデスクドライブ操作にとって非常に臨界的であるので、これらの設計仕様外のヘッド懸架装置組立体は、グラム荷重が設計仕様範囲に再調整されなければ使用できない。前述した光調整および機械的曲げ過程の両方を「リグラム」懸架装置に用いる機械はシェーン等による米国特許5,297,413号に示されている。

【0011】懸架装置の他の性能に関連した臨界的な基準がその共振特性に関して挙げられる。ヘッドスライダ組立体12が磁気デスク上の所望のトラックに関して正確に位置決めされるために、懸架装置14は位置決めアームの動作をスライダ組立体に正確に移すかまたは遅ぶことができない。しかしながら、移動する機械的システムの固有の性質は、共振周波数として知られる或る速度で前後に駆動されるときに機械的システムが多数の異なるモードで曲がったりねじれたりする傾向があることである。すなわち懸架装置14がそのように曲がるかまたはねじれることにより、ヘッドスライダ組立体12が所望のトラックに関してその意図した位置からそれてしまう。ヘッド懸架装置組立体10を高い性能デスクドライブで高い速度で駆動しなければならないので、懸架装置の共振周波数はできるだけ高くなければならない。

【0012】ハッチ等による米国特許5,471,734号に記載されているように、時々一般に懸架装置の半径方向形状または輪廓と呼ばれる懸架装置14のばね領域24の巻きまたは曲げの位置、形状および寸法はその共振特性に大幅に影響し得る。それ故、懸架装置の半径方向形状はその部品の共振特性を最適にするために製造中正確に制御しなければならない。懸架装置の半径方向形状は、ハッチ等の特許で偏りと隆起と呼ばれるパラメータの特徴を述べている。しかしながら、種々のパラメータを用いて懸架装置の半径方向形状を区画することは知られている。例として、本出願の譲受人であるハッチンソン・テクノロジー・インコーポレイテッドは、「高さ」および「深さ」または「さざ波」と呼ばれるパラメータを含む多数のパラメータを用いて14のようなスライダ組立体の半径方向形状の特徴をしばしば述べている。図4に示したように、高さのパラメータは取付領域18におけるロードビーム16の表面と堅い領域26の点との間の z 高さの間隔である。高さが測定される堅い領域26上

の位置は、「高さ位置」と呼ばれる間隔パラメータによりロードビーム16の基端に関係している。深さは、取付領域18におけるロードビーム16の表面とばね領域24の点との間のz高さの間隔である。深さが測定されるばね領域24上の位置は「低い点の位置」と呼ばれる間隔パラメータによりロードビーム16の基端に関係している。典型的には、低い点位置は、深さが懸架装置14についてその最大にある位置である。

【0013】懸架装置14のもう一つの重要な性能に関連した基準は、その静的姿勢として知られている。ヘッドスライダ組立体12の姿勢は、スライダ組立体がその上方を飛んでいるデスクの面に関してスライダ組立体の位置配向に関連している。ヘッドスライダ組立体12は、デスクの面と所定の配向で（典型的にはほぼ平行に）飛ぶように設計されている。スライダの前縁と後縁がデスクから種々の高さにある（すなわち、懸架装置の長手方向x軸を横切るy軸の周りの回転）ことになるこの平行な関係からの偏向は、ピッチ誤差として知られている。すなわちスライダの対向する側がデスクから種々の高さにある（懸架装置の長手方向x軸の周りの回転）ことになる平行な関係からの偏向は巻き誤差として知られている。スライダの所望のフライング姿勢におけるピッチまたは巻き誤差はデスクドライブの性能を低下させることになり得る。

【0014】これらのピッチと巻き誤差の一つの源は懸架装置の静的姿勢誤差である。静的姿勢誤差およびこれらの誤差をできるだけ小さくするための静的姿勢補償くぼみまたは隆起の使用が二重くぼみ磁気記録ヘッド懸架装置およびフライ高さ可変性に関するその影響と題するハリソンその他の論文に開示されている。

【0015】改良されたヘッド懸架装置を調整する装置と方法の必要は継続して残ったままである。特に、グラム荷重、高さまたは輪廓特性、巻きおよび／またはピッチのような懸架装置パラメータを調整するための装置と方法の必要がある。これらのいくつかのパラメータを調整するための装置と方法は特に望ましい。商業的に実行できるように、そのような装置と方法は高度の精度と繰り返し可能性を達成できなければならない。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。本発明の第一の実施の形態である懸架装置調整装置100を図5に全体的に示してある。装置100は、ほぼ平らな（すなわちまだ巻かれていない）懸架装置を巻いてグラム荷重調整をする。本発明の前段で前述したように、これらの形式の懸架装置はすでに成形されていて懸架装置のこの製造段階ではキャリアストリップに取り付けられている。それ故、例の目的のために、装置100の次の記載（ならびに以下述べる装置200、700および900）が上述したキャリアストリップのような懸架装置14のキャリアストリ

ップ34に関連して述べられている。しかしながら、装置100は34のようなキャリアストリップに取り付けられていない14のような個々の懸架装置を巻きそしてグラム荷重調整をするために用いることもできる。さらに、装置100は10のようなヘッドジンパル組立体をグラム荷重調整をするために（すなわち、12のようなヘッドスライダ組立体が懸架装置に結合された後にグラム荷重を調整するかまたは再調整するために）用いることができる。

10 【0017】図示のように、装置100はウオーキングビーム101を有し、このウオーキングビームは装置を通してキャリアストリップ34（図5には見えない）を前進させかつ引き続いて各懸架装置14を巻きステーション102、第一グラム荷重測定ステーション104、グラム荷重調整ステーション106、第二グラム荷重測定ステーション108および設計使用外部品ディータブステーション（図示せず）に位置決めする。巻きステーション102では、懸架装置14のばね領域24が湾曲した心棒の周りに巻かれるかまたは他の仕方によって曲げられて、懸架装置に所望の半径方向形状を与える。第一のグラム荷重測定ステーション104では、懸架装置14がフライ高さまで持ち上げられ、懸架装置のポスト巻きフライ高さグラム荷重が測定される。以下詳細に述べるように、ステーション104で測定されたポスト巻きグラム荷重が所望の仕様設計範囲外であれば、グラム荷重調整過程が懸架装置14のグラム荷重を調整するためにステーション106で行われる。懸架装置14のポスト調整グラム荷重が第二のグラム荷重測定ステーション108で測定される。懸架装置14のポスト調整グラム荷重が所望の設計仕様範囲外であれば、懸架装置が拒否されて設計仕様外ディータブステーションでキャリアストリップから切断される。それから、残っている設計仕様内の懸架装置14が装置100から取り外されて清浄な熱処理および浄化ステーション（図示せず）へ輸送される。浄化、熱処理および浄化操作に続いて、懸架装置が最後のディータブステーションへ輸送され、そこでは全ての残っている懸架装置14がキャリアストリップ34から切断され、引き続いて顧客へ輸送するために包装される。他の実施の形態では、懸架装置14が装置100の懸架装置の調整に続いて熱処理されない。

40 【0018】ウオーキングビーム101はステーション102、104、106および108で懸架装置14を輸送して位置決めするためのどんな慣用のまたは他の周知の機構であることができる。例により、一つのそのようなウオーキングビーム機構がスミスその他の米国特許4,603,567に開示されている。ウオーキングビーム101とステーション102、104、106および108はベース103に取り付けられている。

50 【0019】巻きステーション102は懸架装置14のばね領域24を所望の輪廓に曲げるためのどんな慣用の

または他の周知の機構であることができる。102のような巻きステーションは、例えばスミス等による米国特許4,603,567号およびハッチ等による米国特許5,371,734号にほぼ知られかつ開示されている。要するに、図1に示した巻きステーション102の実施の形態は、ベースクランプおよび半径方向ブロック機構110、半径方向ブロックスライド112およびローラ（見えない）を昇降させるためのステッパモータ114を有する。各懸架装置14がウオーキングビーム101により巻きステーション102に前進した後、ベースクランプおよび半径方向ブロック機構110はばね領域24を湾曲した心棒（これも見えない）の下に位置させた状態で懸架装置の基板21をベースに機能的にクランプする。湾曲した心棒が、懸架装置のばね領域に所望の輪廓を与える輪廓を有する。それから、ステッパモータ114が作用して巻きストロークを通じてローラを上昇させかつ駆動し、巻きストローク中ローラが心棒の上でばね領域24に係合してこれを巻く。ばね領域が心棒の上で巻かれる範囲（すなわち、巻きストロークの長さ）は懸架装置14のグラム荷重に影響を与える。装置100の一実施の形態では、巻きステーション102は各懸架装置14を一定の所定量だけ巻く。装置制御システム（図示せず）のインターフェースターミナルを用いて、操作者が、巻きステーション102から出現する懸架装置14に所望のポスト巻きグラム荷重（典型的には所望の公称グラム荷重のパーセント）を達成するように巻きステーション102を設定する。ベースクランプに関しての心棒の位置、それ故懸架装置の共振特性に影響を与えるパラメータであるばね領域24上のロールの位置は半径方向ブロックスライド112により調整することができる。巻き過程に続いて、ベースクランプを開いて懸架装置14を釈放し、そして懸架装置を引続きウオーキングビーム101により第一の測定ステーション104へ輸送する。

【0020】第一および第二のグラム荷重測定ステーション104と108はそれぞれ、懸架装置14のグラム荷重をフライ高さで測定するための他の慣用のまたは他の周知の機構であることができる。一つのそのようなグラム荷重測定ステーションは例えばスミスその他の米国特許4,603,567に開示されている。図5に示した測定ステーション104の実施の形態は、ロードセル120、エレベータ122、エレベータアクチュエータ124、ステッパモータ126およびベースクランプ128を有する。測定ステーション108はステッパモータ104と同一であることができ、同様な特徴は同一のしかし添字の付いた参照符号で示してある（すなわち、“x'”）。

【0021】簡単に言えば、懸架装置14がウオーキングビーム101により測定ステーション104へ前進すると、ベースクランプ128が、懸架装置のロードビーム16および屈曲部20をロードセル120およびエレ

ベータ122の下に位置させた状態で懸架装置の基板21をベース（見えない）に強く機能的にクランプする。それから、ステッパモータ126が作用して、同時にロードセル120およびエレベータ122を引っ込んだ位置から延長位置（図6Bに示した）へ下降させ、その延長位置ではロードセルが、懸架装置14の設計仕様フライ高さに等しいベースに関して相対的なz高さ測定位置に位置する。図6Aに示したように、その引っ込んだ位置でエレベータ122がロードセル120より大きい距離だけ下方へ延びている。ロードセル120とエレベータ122が下降したときに、それ故エレベータがロードセルの前で懸架装置14に係合し（典型的には屈曲部20に隣接する堅い領域26上の位置で）、そして懸架装置をフライ高さを越えてz高さへ上昇させる。ロードセル120をフライ高さ位置へ下降させた後、エレベータアクチュエータ124を作用させて、エレベータ122を上昇させそしてグラム荷重測定のために（図6Cに示した）ロードセルに懸架装置14の屈曲部20を静かに位置決めする。それから、この過程を逆の順序で繰り返して懸架装置14をその自由な状態に戻す。測定ステーション104と108（図示せず）の他の実施の形態はエレベータ122またエレベータアクチュエータ124を含まず、その代わりに懸架装置をフライ高さ測定位置へ上昇させるためにロードセル120を用いる。グラム荷重測定過程に続いて、ベース屈曲部128を開いて懸架装置14を釈放し、そして懸架装置をウオーキングビーム101により次のステッパモータへ輸送させることができる。

【0022】グラム荷重調整ステーション106を図5および7〜10を参照して詳細に述べる。図示のように、ステーション106はクランプ組立体130、ステッパモータ132および懸架装置位置決め組立体134を有する。クランプ組立体132は固定ベース136と移動クランプ部材138とを有する。ベース136はウオーキングビーム101に関して強く取りつけられかつ懸架装置14の基板21を受け入れて整合するように形造られた面を有する。クランプ部材138はウオーキングビーム101の動作と同期してベース136に関して閉鎖および開放位置の間を往復するように駆動される。グラム調整過程の始めに、クランプ部材138がベース136から間隔を置いたその開放位置（図示せず）にある。それから、ウオーキングビーム101が懸架装置14を前進させてクランプ組立体130の中で調整される。基板21がウオーキングビーム101によりベース136と一直線に整合された後、クランプ部材138を図7に示した閉鎖位置へ駆動し、基板21をベース136に対して機能的にクランプする。その際、懸架装置14の取付領域18を機能的にクランプしてグラム調整過程で調整ステーション106に強く保持する。グラム調整過程の完了に続いて、クランプ部材138をその開

放位置へ駆動して懸架装置14を釈放しかつ懸架装置をウオーキングビーム101によりステーション106から前進させることができる。

【0023】ステッパモータ132と懸架装置位置決め組立体134が固定ベース140に取りつけられている。ステッパモータ132がベース140の上部へ固定状態に取りつけられている。懸架装置位置決め組立体134はスライドマウント142、支持アーム144および位置決めバー組立体146を有する。スライドマウント142は、クランプした懸架装置14をそのばね領域24の周りに（例えば図示の例では垂直なすなわちz軸の周りに）曲げることができる方向にほぼ平行な方向に往復動可能にベース140に取りつけられている。支持アーム144はスライドマウント142に取りつけられかつそこから延びている。位置決めバー組立体146がスライドマウント142に対向する支持アーム144の端部に取りつけられかつクランプ組立体130に隣接して位置している。ステッパモータ132がスライドマウント142に連結されかつスライドマウントをその往復動作範囲を通じて駆動する。

【0024】位置決めバー組立体146は一对の間隔を置いたほぼC形の板148を有し、これらの板はクランプ組立体130に向かって開放する長手方向に延びる間隙150を有する。上方位置決めバー152は間隙150より上の板148の間を水平に延びている。同様に、下方位置決めバー154は間隙150とバー152より下の板148の間を水平に延びている。バー152と154は、クランプ組立体130にクランプされかつクランプ組立体から延びている懸架装置14のロードビーム16の末端の上下の位置で組立体146に位置している。位置決めバー組立体146は図7に懸架装置クランプ位置に示されている。この懸架装置クランプ位置で、間隙150がクランプ組立体130と整合されており、ロードビーム16がバー152と154の間を延びている状態で懸架装置14がクランプ組立体と近接および離隔するように前進することができる。

【0025】光ファイバブラケット156がクランプ組立体130のベース136に隣接して固定状態に取りつけられている。ブラケット156は、ファイバーの端部160がクランプ組立体130にクランプされた懸架装置14のばね領域24のすぐ上の位置に位置決めされた状態で一つまたは複数の光ファイバー158を受け入れて保持するように形造られている。レーザー177または他の赤外線光源（図9に示す）が光ファイバー158の対向端部に連結されている。図示のステーション106の実施の形態は二つの光ファイバー158を有し、これらの光ファイバーは、それらの端部160がばね領域24の間隔を置いた脚部より上に位置するようにブラケット156内に取り付けられている。一般に、ファイバー158の端部160は懸架装置14のばね領域24

の上方に比較的一様な強さの赤外線（すなわち熱）を向けるように位置している。本発明の一実施の形態は、レーザー177のためにカリフォルニア州のSan JoseのSDIから購入した10ワットレーザーダイオードを用いている。

【0026】グラム荷重調整ステーション106の操作を制御するための制御システム170は図9に示してある。図示のように、制御システム170はプログラムメモリー174とインターフェースターミナル176に接続されたデジタルプロセッサを有する。プロセッサ172は、また巻きステーション102のステッパモータ124、グラム荷重測定ステーション104のステッパモータ126、エレベータアクチュエータ124およびロードセル120、およびグラム荷重調整ステーション106のステッパモータ132およびレーザー177、およびグラム荷重測定ステーション108のステッパモータ126'、エレベータアクチュエータ124'およびロードセル120'にインターフェースされている。グラム荷重調整過程を行うためにプロセッサ172により実施されるグラム調整プログラムはメモリー174に記憶される。モニタおよびキーパッド（別々に示されていない）を有するインターフェースターミナル176は、生産作業中装置100を設定しかつ装置の操作を監視するために操作者により用いられる。

【0027】グラム荷重調整過程は、懸架装置14のばね領域24に、ロードビーム16を（懸架装置のグラム荷重を上げることまたは下げることが望ましいかどうかによって）その自由な状態から所定の位置へ上昇させるかまたは下降させることにより応力を加えるならば、およびロードビームを所定の位置に保持しながら、ばね領域を過熱することにより（例えば赤外線レーザービームを当てることにより）応力を緩和するために、懸架装置のグラム荷重を高度の精度、繰り返し可能性および安定性に予測的に調整することができるという発見に基づいている。この過程により発生するグラム荷重変化の大きさは、応力が緩和される前にばね領域24が受ける応力の量に依存しており、この応力レベルはその自由な状態位置に関してのロードビーム16の位置により制御することができる。

【0028】したがって、ロードビーム調整位置に応じて所望のフライ高さグラム荷重変化を表す調整データがメモリー174に記憶されている。ロードビーム調整位置は、懸架装置14のロードビーム16がバー154により上方へまたバー152により下方へその自由状態位置から駆動される位置である。好ましい実施の形態では、調整データはロードビーム調整位置に応じて線形等式を描くグラム荷重変化を特徴とする。ロードビーム調整位置は、位置決めバー組立体146をそのクランプ位置から上昇または下降させてバー154と152を所望のロードビーム調整位置に位置決めするように駆動しな

ければならないステップモータ132の数に相互に関連させることができる。また、メモリー174に記憶されるのは、懸架装置14の公称または所望のグラム荷重を表すデータである。

【0029】図10は、ステーション106により行われるグラム荷重調整過程を示すフローダイアグラムである。その調整過程は、グラム荷重調整すべき懸架装置14のポスト巻きグラム荷重を表す第一のグラム荷重測定ステーション104からデータを受けると共に始まる

(ステップ180)。それから、測定されたポスト巻きグラム荷重と公称グラム荷重との間の差を計算して、所望のグラム荷重変化(すなわち、ステーション106によりなされるべきグラム荷重調整の量)を決定する(ステップ182)。それから、プロセッサ172が所望のグラム荷重変化に応じて調整データにアクセスして、所望のグラム荷重変化を発生するロードビーム調整位置を決定する。調整データが線形等式である上記の実施の形態において、プロセッサ172が、モータ176を駆動して位置決めバー組立体146を上昇または下降させなければならない必要なステップの数に関してロードビーム調整位置を計算する(ステップ184)。それから、位置決めバー組立体146を駆動してバー152のうちの一つがロードビーム16を計算された調整位置に位置決めするようにステッパモータ132をプロセッサ172により作用させる(ステップ186)。ロードビーム16をその調整位置に保持した状態で、プロセッサ172が露出時間の間レーザー177を作用させて、光ファイバー158を通じてばね領域に向けられた赤外線を当てることにより加熱して応力緩和する(ステップ188)。調整過程を完了するために、プロセッサ172が露出時間の終わりにレーザー177をオフにして、懸架装置14が雰囲気温度に冷えるようにし(一秒以下で通常充分である)(ステップ190)、その後再びモータ132を作用させて位置決めバー組立体146を駆動してクランプ位置に戻す(ステップ192)。

【0030】操作者がインターフェースターミナル176を用いて制御システム170を設定する。一つの実施の形態では、レーザー177の露出期間を、テスト懸架装置14に及ぼす赤外線の物理的影響を観察することにより設定する。特に、露出試験中、当てられる熱が懸架装置14を酸化するのに十分に大きく、懸架装置に「ブラウニング」効果を及ぼすことになるまで露出期間を増加させる。この過程はブラウニングしきい値を決定するものとして知られている。そのとき、露出期間は、ブラウニングしきい値より小さい所定の時間(例えば、50 msec.)である期間に設定される。このように設定された過程により、露出期間中ばね領域24が約600°~900°F(315°~482°C)の間の温度に加熱されることになる。

【0031】グラム荷重調整データ(例えば、上記の好

ましい実施の形態のための線形等式係数)は、(第一のグラム荷重測定ステーション104で測定された)既知のポスト巻きグラム荷重を有する数個の懸架装置14が種々の設定調整位置に駆動されかつ調整ステーション106で応力緩和される設定過程中に始めに確立される。それから、懸架装置14のポスト調整グラム荷重を第二のグラム荷重測定ステーション108で測定して、それをプロセッサ172により使用してこれらの設定調整位置で調整ステーション106により引き起こされたグラム荷重の変化を計算する。それから、プロセッサ172は、測定されたグラム荷重変化および対応する設定調整位置に対する最小の平方フィット(例えばガウシアン法)を計算することによりグラム荷重調整データを生じさせる。同様にして、調整データは、実際のポスト調整グラム荷重と公称グラム荷重との間の測定された差に基づいて調整ステーション106の通常動作中プロセッサ172により周期的にまたは連続的に更新することができる。

【0032】本発明の第二の実施の形態である懸架装置調整装置200を、図11に全体的に示してある。装置200は、ほぼ平らな(すなわち、まだ巻かれてない)懸架装置を巻いてグラム荷重、半径方向形状および静的姿勢(ピッチと巻きの両方)を調整する。本発明の前段に述べたように、これらの形式の懸架装置はすでに成形されていてそれらのこの製造段階でキャリアストリップに取りつけられるのが典型的である。それ故、例のために、装置200の次の記載は前述したような懸架装置14のキャリアストリップ34に関連して与えられている。装置200の部分は前述した装置100の部分と同様であり、これらの部分は同一であるが二倍の添字(すなわち、“x”)を付けた参照数字を用いて述べてある。

【0033】図示のように、懸架装置調整装置200は、キャリアストリップ34(図1には見えない)を装置を通して前進させるウオーキングビーム101'を有する。ウオーキングビーム101'は、巻きステーション102'、逆曲げステーション202、グラム荷重および輪廓測定ステーション204、静止姿勢測定およびピッチ調整ステーション206、レーザー調整ステーション208、静止姿勢測定ステーション210および設計使用外ディータブステーション(図示せず)に各懸架装置14を引き続いて位置決めする。

【0034】巻きステーション102'では、懸架装置14の基板21がベースクランプおよび半径方向ブロック機構110'にクランプされ、ばね領域24が湾曲した心棒の周りに巻かれて、ばね領域を所望の輪廓に曲げて懸架装置に所望のポスト巻きグラム荷重を与える。巻き作業が完了すると、懸架装置14が機構110'から釈放されて逆曲げステーション202へ輸送され、このステーションでは懸架装置が逆方向に曲げられてそのグ

ラム荷重を所定量だけ減少させる（すなわち、懸架装置を巻いた方向と反対方向にその弾性変形範囲を超えて所定量だけ曲げる）。

【0035】慣用のまたは他の周知の逆曲げ機構をステーション202に組み込むことができる。図11に示した実施の形態では、逆曲げステーション202は調整装置100に関連して前述したグラム荷重測定ステーション104と構造的に類似しているが、ロードセルを含まない。図示のように、逆曲げステーション202は、エレベータ222、エレベータアクチュエータ224、ステッパモータ226およびベースクランプ228を有する。懸架装置14をウオーキングビーム101"により逆曲げステーション202へ前進させると、ベースクランプ228がステーションの基板21をベース（見えない）に機能的にクランプし、その際懸架装置のロードビーム16および屈曲部20がエレベータより下に位置している。それから、ステッパモータ226を作用させて、エレベータを引っ込んだ位置から延長位置へ下降させることによりエレベータ222を逆曲げストロークを通じて駆動する。エレベータ222が延長位置へ駆動されたときに、エレベータ222が懸架装置14に（典型的には、屈曲部20に隣接する堅い領域26上の位置で）係合して、懸架装置を巻かれた方向と反対方向に上昇させる。逆曲げ操作中、ロードビーム16が弾性変形の範囲を超えて持ち上げられて（すなわち、エレベータから釈放されると、ロードビームがその元の自由な状態に「スプリングバック」するかまたは戻る点を超えて）ばね領域24を曲げるかまたは塑性変形させかつそのときのこのグラム荷重を減少させる。逆曲げ操作中ロードビーム16に与えられた塑性変形の量、それ故引き起こされたグラム荷重の減少は、ロードビームが逆曲げされる程度により（すなわち、エレベータ222の逆曲げストロークの長さ）制御される。調整装置200の一実施の形態では、逆曲げストローク202が各懸架装置14を所定量（例えば、2または5グラムの公称グラム荷重を有する懸架装置に対し0.3グラム）だけ逆曲げする。インターフェースターミナル（図25）を用いて、操作者が逆曲げストロークから出現する懸架装置14の所望のポスト逆巻きグラム荷重を達成するために逆曲げステーション202を設定する。逆曲げ過程に続いて、ベースクランプ228を開放して懸架装置14を釈放し、そして懸架装置をウオーキングビーム101"により次のステーションへ輸送することができる。

【0036】グラム荷重および輪廓測定ステーション204は、グラム荷重測定器械230およびz高さ測定器械232を有する。グラム荷重測定器械230は調整装置100に関して前述したグラム荷重測定ステーション104と構造的に類似しているが、エレベータまたはエレベータアクチュエータを有しない。図示のように、グラム荷重測定器械230は、ロードセル234、ステッ

パモータ236およびベースクランプ238を有する。懸架装置14をウオーキングビーム101"によりステーション204へ前進させた後、ベースクランプ238が、懸架装置のロードビーム16および屈曲部20をロードセル234より下に位置させた状態で、懸架装置の基体21をベース（見えない）に機能的にクランプする。それから、ステッパモータ226を作用させて、ロードセル234を屈曲部20に係合するように駆動しかつ懸架装置14をその設計仕様フライ高さに上昇させる。それから、懸架装置14のポスト逆曲げグラム荷重の測定値をロードセル234により与えることができる。

【0037】z高さ測定器械232は、ベースクランプ238にクランプされた懸架装置14の高さパラメータを測定するように位置決めされかつ形造られている。明細書の前段に述べたように、懸架装置14の高いパラメータを、懸架装置の輪廓形状、したがって懸架装置の共振特性を描くために用いることができる。図示の実施の形態では、器械232は、ベースクランプ238とロードセル234の間にかつベースクランプにクランプされた懸架装置14より上にステーション204に取りつけられた光学点範囲センサである。光学点範囲センサは一般に知られていて、アリゾナ州 Tucson のWYKOコーポレーションを含む多数の供給者から市場で入手できる。要するに、この形式の点範囲センサは、測定ターゲットに垂直でない角度で向けられる光ビームを生ずる。そのとき、この光ビームはターゲットから反射して検出器に向けられる。反射した光ビームが検出器に突き当たる位置は、器械232と測定ターゲットの間の距離に応じて変化する。ステーション204では、器械232は、高いパラメータを測定しなければならない懸架装置14の堅い領域26上の位置へ光ビームを向けるように位置している。それから、z高さ測定器械232は、懸架装置がロードセル234によりフライ高さまで持ち上げられたときに懸架装置14の高いパラメータ測定値を与えることができる。図示されてないけれども、ステーション204は懸架装置14の高いパラメータを測定するためのそれに代わる測定器械を含むことができる。さらに、高さに対する付加的なおよび/またはそれに代わるパラメータを、懸架装置14の輪廓形状を特徴づけるために用いることができる。

【0038】懸架装置14のグラム荷重と高さパラメータを測定した後に、ステッパモータ236を作用させてロードセル234をその引っ込んだ位置へ上昇させかつ懸架装置14をその自由な状態へ戻す。ベースクランプ238を開放して懸架装置14を釈放しかつ懸架装置をウオーキングビーム101"により次のステーションへ輸送することができる。

【0039】静止姿勢測定およびピッチ調整ステーション206は、懸架装置クランプ組立体240、ピッチ調

整機構242および静止姿勢測定器械244を有する。懸架装置14をウオーキングビーム101"によりステーション206へ前進させた後、クランプ組立体240を作用させて、その開放位置から基板クランプ位置へ駆動され、この基板クランプ位置では、懸架装置の基板21を機能的にクランプして懸架装置をフライ高さへ上昇させる。それから、屈曲部20の静止姿勢（図示の実施の形態ではピッチと巻きの両方）が器械244により測定される。静止姿勢が測定された後、クランプ組立体240が再び作用されかつ基板クランプ位置からロードビームクランプ位置へ駆動される。ロードビームクランプ位置では、クランプ組立体240がロードビーム16の堅い領域26を固定クランプする。それから、ピッチ調整機構242が屈曲部20に係合してそのピッチを調整するように作用される。これらの静止姿勢測定およびピッチ調整過程に続いて、クランプ組立体240を開放して懸架装置14を釈放し、かつ懸架装置をウオーキングビーム101"により次のステーションへ輸送することができる。他の実施の形態（図示せず）では、ピッチ調整機構242がピッチ変化を含むようにロードビーム16の末端に係合して曲げるように形造られている。

【0040】図12および13A~13Cに全体的に示したように、懸架装置クランプ組立体240はベース組立体246、基板クランプ組立体248およびロードビームクランプ組立体250を有する。ベース組立体246は図14~16に関して詳細に述べることができ、かつベース252およびフライ高さ調整ストッパー組立体254を有する。ベース252は、クランプ組立体案内領域256、基板クランプ領域258およびロードビームクランプ領域260を有する、上面のある機械加工された部材である。細長い溝262がクランプ組立体案内領域256の中へ延びている。溝262は、クランプ領域258と260を通して延びている軸線にほぼ平行である長手方向軸線と、距離が増加するにつれてクランプ領域から下方に傾斜する下面264と、間隔を置いた位置で溝を横切って延びている一対の半円形の支承溝266とを有する。フライ高さ調整ストッパー組立体254は、支承溝266内に取りつけられた一対のローラ軸受268、ストッパーブロック270、ばね272および高さ調整制御部274を有する。ストッパーブロック270は、溝262の下面264にほぼ平行である下面276、クランプ組立体案内領域256の面にほぼ平行である上面278、および上面と下面の間を延びている中央開口280を有する。ストッパーブロック270の下面276はローラ軸受268上に位置していて、ストッパーブロックが溝262内を摺動することができ、それによってベース252の面に関して上面278の位置（すなわち、上面の高さ）を変えることができる。ばね272の下端は、ベース252に取りつけられているピン282の周りに掛けられている。ばね272の上端は

開口280を通して延びていて、ストッパーブロック270に取りつけられたピン284の周りに掛けられている。それ故、ばね272はストッパーブロック270をクランプ領域258および260から遠ざかる方向に付勢している。高さ調整制御ブロック274は、取付部材286、ねじ付きインサート288、ねじ付き棒290およびノブ292を有する。取付部材286は、溝262が開口する位置に隣接してベース252の後ろ側に位置しかつ溝と整合された孔294を有する。ねじ付きインサート288は孔295内に取りつけられている。軸290はインサート288内にねじで取り付けられかつ溝262の中へ延びているストッパー端部295を有する。それにより、軸290は溝262内のストッパーブロック270の動作を制限する。それ故、ストッパーブロック270の上面278の高さをノブ292を用いて軸290を回転させることにより調整して設定することができる。

【0041】ベース252の基板クランプ領域258とロードビームクランプ領域260を図14、16および17を参照して詳細に述べる。基板クランプ領域260は、基板クランプパッド300、クランプパッドの反対側の案内パッド302、および案内パッドとベース252の側面の間の案内隆起304を有する。基板クランプパッド300はベース252の周囲部分から高められており、かつ懸架装置14の基板21を受け入れるように形造られているほぼ平坦な上面を有する。案内パッド300は、ウオーキングビーム101"によりクランプパッドへおよびクランプパッドから前進している懸架装置14の基板21を案内するためにクランプパッド300に向かって上方へ傾斜する面を有する。同様に、案内隆起304は、クランプパッドへおよびクランプパッドから前進している懸架装置14を案内するためにクランプパッド300に向かって上方へ傾斜する面を有する。

【0042】整合孔306がクランプパッド300の中へ延びておりかつクランプパッドにクランプされた懸架装置14の取付ボス23を受け入れるように寸法決めされている。棒308が孔306内に往復運動可能に装着されかつばね組立体310により上方へ付勢されている。図示の実施の形態では、ばね組立体310はばね312と314およびプランジャ316を有し、これらはねじ320により孔306より下の孔318に保持されている。ばね314はねじ320とプランジャ316の間に位置している。ばね312はプランジャ316と棒308の間に位置している。図17に示したように、ばね組立体310は、その圧縮されていないすなわち自由な状態で、棒308の上面がクランプパッド300の上面とほぼ同一平面であるように孔318内に形造られかつ位置している。懸架装置14の基板21が基板クランプ組立体248によりクランプパッド300にクランプされたときに、取付孔23が孔306の中へ延びて、懸架

装置をクランプパッド上に正確に位置決めする。この動作は棒308を下方へ押しやればね312と314を圧縮する。懸架装置14の基板21が基板クランプ組立体248により引続き釈放され、ばね組立体310が棒306を上方へ押しやり、それにより取付ボス23を孔306から上昇させて懸架装置をウオーキングビーム101"によりクランプパッド300から前進させることができる。

【0043】ロードビームクランプ領域260は、クランプ面322およびクランプ面の反対側に位置する一対の案内パッド324を有する。案内パッド324は、ウオーキングビーム101"によりクランプ面へおよびクランプ面から前進している懸架装置14の堅い領域26を案内するためにクランプ面322に向かって上方へ傾斜する面を有する。クランプ面322は案内パッド324の面から引っ込められていてかつ孔326を有する。図17に示したように、肩ブロック328で孔326はより大きな径の孔330の中へ延びている。棒334とピストン336を有するプランジャ32が孔326と330内を往復動可能に装着されかつばね組立体338により上方へ付勢されている。ばね組立体338はばね340、ワッシャー342およびねじ344を有する。ばね340は孔330内に圧縮状態で保持されていて、プランジャ332を図17に示した延長位置へ上方へ押しやり、その延長位置ではピストン336が肩部328と係合しかつ棒334が孔326からクランプ面より上の高さへ延びている。懸架装置14の堅い領域26がロードビームクランプ組立体250によりクランプ面322にクランプされると、プランジャロッド334が懸架装置の堅い領域により孔326の中へ押し込まれる。懸架装置14の堅い領域26が引続きロードビームクランプ組立体250により釈放されると、ばね組立体338がプランジャ332を上方へ押しやり、それにより懸架装置の堅い領域をクランプ面322から持ち上げて懸架装置をウオーキングビーム101'により前進させることができる。

【0044】基板クランプ組立体248とロードビームクランプ組立体250を図12、13A~13C、14、15および18~22を参照して総括的に述べる。基板クランプ組立体248は、支持フレーム350、クランプフレーム組立体352および空気圧アクチュエータ354を有する。支持フレーム350は基板クランプ組立体248とロードビームクランプ組立体250の両方をベース組立体246より上に支持しかつ一対の垂直に配向された側方部材356および側方部材により支持された横部材358を有する。アクチュエータ354が横部材358の上面に取りつけられかつ横部材の孔(見えない)を通して延びているアクチュエータアーム360を有する。クランプフレーム組立体352は、フレーム板362、ヨーク364、エレベータ組立体366、

案内軸368およびクランプパッド組立体370を有する。ヨーク364がねじ372によりフレーム板362の上面に取りつけられており、かつ棒376を受け入れるように寸法決めされたスロット374を有する。棒376の上端がナット378によりアクチュエータアーム360に締め付けられているのに対し、棒の下端はリング380と382によりヨーク364に締め付けられており、これらのリングはヨークの上下の位置で棒から延びていて棒と係合している。

10 【0045】案内軸368がフレーム板362の下面から延びていてかつ線状の軸受384に往復動可能に位置しており、これらの線状軸受はベース252の孔386内に装着されている。図示の実施の形態では、二つの案内軸368がフレーム板362の背部に対向する側に位置しているのに対し、一つの案内軸362はフレーム板の前から延びている舌状片388に中央に位置している。一対の間隔を置いた細長い隆起390がフレーム板362の周囲の下面から下方へ延びている。図18に恐らく最も良く示したように、隆起390がフレーム板362の対向する側の間を延びており、その際隆起の一方がフレーム板の背部で一対の案内軸368の間に位置しておりかつ他方が舌状片388の後方に位置している。案内軸368は線状軸受384と共働して、フレーム板362とクランプフレーム組立体352の他の構成要素を往復動する基板クランプストロークを通じて案内する。

30 【0046】クランプパッド組立体370を図23Aおよび23Bを参照して述べる。図示のように、クランプパッド組立体370は、フレーム板362の舌状片388の前に中央に位置する室392内に取りつけられている。室392は円形横断面を有しかつ上方部分393と減少した直径下方部分395を有し、これらは肩部397により分離されている。クランプパッド組立体370は外管394、内管396、ばね398、宝石リング400およびクランプパッド402を有する。外側リング394は室392の下部内に往復動可能に同心に装着されかつその上端に外方へ延びるリップ404を有しかつその下端から間隔を置いた位置に内側へ延びるリップ406を有する。リップ404は室392の上部393の中へ延びておりかつ肩部397と係合して外管394の下向き運動を制限する。内管396は外管394内に装着されかつその下縁に外方へ延びるリップ408を有する。内管396はそのリップ408が外管394内にかつ外管の内側へ延びるリップ406より下に位置している。内管のリップ408が外管394のリップ406と係合するとき内管396の上向き運動が制限される。ばね398は内管396の周りに同心に装着されかつ外管394の内側へ延びるリップ406とカバー板410の間を延びている。カバー板410はねじ412によりフレーム板362に固定されている(図19)。ばね3

98は管394と396およびクランプパッド402を図18と23Aに示した延長位置へ付勢しており、この延長位置では管394の下縁がフレーム板362の下面より下方へ突出している。

【0047】クランプパッド402は、クランプボール414、取付ピン416およびナット420を有する。クランプボール414は、平らなクランプ面を有する半球部材である。ピン416はクランプボール414の半球面に固定状態で取り付けられかつリング400を通して上方へ内管396の中へ延びている。ナット420はピン416の端部に締め付けられてピンを内管396に保持し、その際クランプボール414の半球面がリング400と係合しかつ平らなクランプ面が管394の下縁より下を延びている。図23Aと23Bに示したように、取付ピン416の外径は内管396の内径より充分に小さく、それによってクランプボール414の半球面がリング400内を回転しながらピンが管内を揺動することができる。リング400とクランプパッド組立体370の他の構成要素がクランプボール414と固定係合するとともに、懸架装置がクランプパッドに位置しているときに基板クランプパッド300（図14）と平衡を欠く（例えば公差の変化による）懸架装置14の取付領域18にクランプボールの平らなクランプ面が係合することができる。

【0048】テーパの下縁を有する一対の位置決めピン422がフレーム板362の下面から突出している。位置決めピン422はクランプパッド組立体370の後方にかつ対向する側に位置していて、かつキャリアストリップ34（図2）の孔35を通してかつベース252の穴424の中へ延びるように寸法決めされている。

【0049】エレベータ組立体366を図19と22を参照して述べる。図示のように、組立体366はブラケット440とエレベータピン442を有する。ブラケット440はねじ444によりフレーム板舌状片388の前縁に締め付けられている。エレベータピン442はねじ446によりブラケット440の孔内に取り付けられかつブラケットから下方へ延びている。

【0050】図12、13A～13C、14、15および18～22に示したように、ロードビームクランプ組立体250は、調整フレーム450、案内軸452および空気圧アクチュエータ454を有する。フレーム450は、中央開口を有するほぼ長方形に付形された部材である。クランプベース456はフレーム450の前に取り付けられている。案内軸452はフレーム450の下面から延びておりかつベース252の孔460内に装着された線状軸受458で往復動可能に位置している。調整フレーム450はクランプフレーム組立体352のフレーム板362より下に位置しておりかつ両側の上面の一対の間隔を置いた凹部462を有する。クランプフレーム組立体352の案内軸368は調整フレーム450

の中央開口を通して延びており、それによりクランプフレーム組立体に関して調整フレームの往復運動が可能になる。一対の間隔を置いた凹部464はクランプフレーム組立体352のフレーム板362の両側の下面に、調整フレーム450の凹部462のすぐ上に位置している。

【0051】アクチュエータ454は凹部464の間にその対向する側にクランプフレーム組立体352のフレーム板362の上面に取り付けられており、かつフレーム板を通して下方へかつ調整フレーム450の孔468の中へ延びているアクチュエータアーム466を有する。アクチュエータアーム466の各々はねじ470により調整フレーム450に固定されている。ばね472は、調整フレーム450をクランプフレーム組立体352のフレーム板362から下方へ付勢するために関連した凹部462と464に取り付けられている。

【0052】クランプベース456は、クランプパッドの対向する側にロードビームクランプパッド474と案内パッド476を有する。ロードビームクランプパッド474はベース456の周囲部分から高められており、かつ中心孔478を有するほぼ平坦な面を有する。クランプパッド474の平坦な面は懸架装置14の堅い領域26に係合するように形造られている。案内パッド476は、ウオーキングビーム101"によりクランプパッドへおよびクランプパッドから前進している懸架装置14のロードビーム16を案内するためにロードビームクランプパッド474に向かって傾斜する面を有する。図13A～13Cおよび22に示したように、孔478がロードビームクランプパッド474およびベース456を通して延びておりかつエレベータピン442と整合されている。クランプベース456はロードビームクランプパッド474の前に孔480を有する。後述するように、孔480は、クランプ組立体240によりクランプされた懸架装置14の静的姿勢を測定するために用いられる光ビームのためのシャッタとして機能する。

【0053】静止姿勢測定器械244は、クランプベース456の孔480のすぐ上の位置で支持フレーム484に固定されている。図示の実施の形態では、器械244は視準器である。視準器は一般に知られていて、カリフォルニア州のNewbury ParkのSight Systemsおよびアリゾナ州のTucsonのWYKOを含むいくつかの供給元から市場で入手可能である。要するに、この形式の視準器は、測定ターゲットに向けられた平行にした光ビームを発生する。それから、光ビームは測定ターゲットから反射されて検出器に向けられる。反射した光ビームが検出器に突き当たる入射角は、光ビームに関してターゲットの表面の配向（すなわち、その角度）に応じて変化する。ステーション206で、器械244は、平行にした光ビームを孔480を通して懸架装置14の屈曲部20に向けるように位置

している。それから、器械244は、懸架装置14が後述する仕方で基板クランプ組立体248によりフライ高さへ持ち上げられるときに、屈曲部20の静止姿勢の測定値を与えることができる。図示されてないけれども、ステーション206は屈曲部20の静止姿勢を測定するためのそれに代わる測定器械を有することができる。

【0054】ピッチ調整機構242は、ステッパーマータ488および屈曲部曲げ組立体490を有する。図11に示したように、ステッパーマータ488は懸架装置クランプ組立体240に隣接するベース103'に関して固定されている。図13A~13C、22および24に示したように、曲げ組立体490は、ステッパーマータ488に取りつけられていてステッパーマータにより駆動されるアーム492を有する。ほぼC形の部材494はアーム492の端部に位置しておりかつ一對の屈曲部係合ピン496を有する。ピン496の一つは部材494の下面から上方へ延びているのに対し、他方のピンは部材の上面から下方へ延びている。屈曲部曲げ組立体490は図13Aの懸架装置移送位置に示されている。この移送ステーションでは、ピン496の端部の間の間隙は棒334の上面と整合され、それにより屈曲部20がピンの間を延びている状態で、懸架装置14をクランプ組立体240の中へおよびクランプ組立体から前進させることができる。

【0055】調整装置200の操作を制御するための制御システム500を図25に全体的に示してある。図示のように、制御システム500は、プログラムメモリー504およびインターフェースターミナル506に接続されたデジタルプロセッサ502を有する。プロセッサ502はまた各ステーション102'、202、204、206、208および210の電気的サブシステム（すなわち、電気的構成要素）にインターフェースされる。特に、プロセッサ502は、巻きステーション電気的サブシステム501、逆巻きステーション電気的サブシステム503、グラム荷重および輪廓測定ステーション電気的サブシステム505、静止姿勢測定およびピッチ調整ステーション電気的サブシステム507、レーザー調整ステーション電気的サブシステム509および静止姿勢測定ステーション電気的サブシステム511にインターフェースされている。図26は、グラム荷重および輪廓測定ステーション204および静止姿勢測定およびピッチ調整ステーション206の電気的サブシステム505と507をそれぞれ詳細に示す。図示のように、グラム荷重および輪廓測定ステーション204の電気的サブシステム505は、z高さ測定器械232、ロードセル234およびステッパーマータ236を有する。静止姿勢およびピッチ調整ステーション206の電気的サブシステム507は、静止姿勢測定器械244、ステッパーマータ488、基板クランプ空気圧弁508およびロードビームクランプ空気圧弁510を有する。

【0056】静止姿勢測定およびピッチ調整過程を行うためにプロセッサ502により実施される静止姿勢調整プログラムはメモリー504に記憶される。基板クランプ弁508は、圧縮空気源（図示せず）を、512のような取付具（図12）および514のようなホース（図12に示してない）を経て空気圧アクチュエータ345に連結する。同様に、ロードビームクランプ弁510は圧縮空気源を、516のような取付具および518のようなホースを経て空気圧アクチュエータ454に連結する。

【0057】ピッチ調整過程は、屈曲部を隣接するロードビーム16の堅い領域に関してその弾性変形の範囲を超えて（すなわち、塑性変形）上方または下方へ所定量だけ曲げることににより懸架装置14の屈曲部20のピッチを高度の精度、繰り返し可能性および安定性に予測的に調整できるという知識に基づいている。この過程により発生されるピッチの変化の大きさは、屈曲部20がその塑性変形範囲内に曲げられる距離または程度に依存している。

【0058】したがって、屈曲部曲げ位置に応じた所望のピッチ角変化を表す懸架装置調整データはメモリー504に記憶される。屈曲部曲げ位置は、懸架装置14の屈曲部20（またはロードビーム16）がそのときのこの位置からピッチ調整機構242により上方へまたは下方へ駆動される位置である。屈曲部曲げ位置は、曲げ組立体490をそのクランプ位置から上昇または下降させてピン496を所望の曲げ位置に位置決めするようにモータ488を駆動しなければならないステップの数に相互関係をもつことができる。また、メモリーには、屈曲部20の公称または所望のピッチを表すデータも記憶される。

【0059】図27は、ステーション206により行われる静止姿勢測定およびピッチ調整過程を示すフローダイアグラムである。過程は、クランプ組立体が図13Aに示した懸架装置移送位置にある間に、測定すべきおよびピッチ調整すべき懸架装置14を懸架装置クランプ組立体240への移送とともに始まる（ステップ510）。プロセッサ502は、空気圧アクチュエータ354がそのアクチュエータアーム360を引っ込めかつベースクランプ組立体248を引っ込めた位置へ上方に駆動するように基板クランプ弁508を作用させることににより、クランプ組立体240が懸架装置移送位置にあるようにする。同時に、プロセッサ502は、空気圧アクチュエータ454がそれらのアクチュエータアーム466を引っ込めそしてロードビームクランプ組立体250を上方へばね472の付勢力に抗して引っ込んだ位置へ駆動するようにロードビームクランプ弁510を作用させる。基板クランプ組立体248が引っ込んだ位置にあるときに、クランプパッド組立体370が図23Aに示したその延長位置へ付勢されるとともに、ばね組立体3

10はベース252上の基板クランプ領域258にある棒308を図17に示した延長位置へ付勢する。基板クランプ組立体248が引っ込んだ位置にあるときに、基板クランプ組立体フレーム板362の下面と隆起390は基板組立体ストッパブロック270の上面から間隔を置いている。ロードビームクランプ組立体250はその引っ込んだ位置にあるときに、エレベータピン442が孔478を通過してかつロードビームクランプパッド474を超えて延びている。ばね組立体338は、ロードビームクランプ組立体250が引っ込んだ位置にあるときにプランジャ332がクランプ面322を超えて突出する図17に示した延長位置へ上方にプランジャ332を付勢する。図13Aに示したように、クランプ組立体240がその引っ込んだ位置にあるときに、懸架装置14をクランプ組立体の中へおよびクランプ組立体から前進させることができるほどの、基板クランプボール414と基板クランプパッド300との間およびロードビームクランプパッド474とロードビームプランジャ332との間に充分な間隙がある。

【0060】測定すべきかつ調整すべき懸架装置14をクランプ組立体240の中へ前進させた後、プロセッサ502は、空気圧アクチュエータ354がそのアクチュエータアーム360を延ばしかつ基板クランプフレーム352を基板クランプストロークを通じて下方へ図13Bに示した基板クランプ位置へ駆動するように基板クランプ弁508を作用させる（ステップ512）。位置決めピン422は、その延長位置にあるクランプパッド組立体370より大きい距離だけ機能クランプ組立体フレーム板362から下方へ延びており、したがって基板クランプフレーム組立体352が下方へ移動しているときに、位置決めピンが懸架装置キャリアストリップ34の孔35に入って、懸架装置14を基板クランプパッド300の上方に位置合わせする。クランプフレーム組立体352の連続する下方への動作とともに、クランプボール414の平らな下面が懸架装置14の取付領域18に係合して、取付ボス23を位置合わせ孔306の中へ押しやり、それにより棒308をばね組立体310の付勢力に抗して下方へ押圧しかつ懸架装置の基板21を付勢して基板クランプパッド300の平坦な面と接触させる。クランプフレーム組立体が依然としてさらに下方へ移動すると、クランプパッド組立体370をフレーム板362内でその引っ込んだ位置に向かってばね398の付勢力に抗して押しやり（図23B）、それによって懸架装置14の取付領域18を基板クランプパッド300（すなわち、機能クランプ）に確実にクランプする。この下方への移動により、またエレベータピン442がロードビーム16の堅い領域26に係合してロードビームをその自由な状態から持ち上げる。

【0061】クランプフレーム組立体352が基板クランプ位置にあるときに、基板クランプ組立体フレーム板

362の下面上の隆起390が基板組立体ストッパブロック270の上面に係合する。ストッパブロック270の高さをベース252に関して調整することにより、エレベータピン442の先端の位置を、クランプフレーム組立体352が基板クランプ位置にあるときにエレベータピンが懸架装置14をフライ高さに駆動するように設定することができる。

【0062】懸架装置14の基板21をベース252に機能的にクランプしかつ屈曲部20をフライ高さに上昇させた後、プロセッサ502が静止姿勢測定器械244を作用させる。図13Bに示したように、静止姿勢測定器械244が光ビーム514を発生して懸架装置の屈曲部20の上へ指向させる。図示の実施の形態では、光ビーム514が孔480を通過することにより、懸架装置14の屈曲部20から反射した光のみが器械244へ戻るように向けられる。屈曲部20の予備調整フライ高さ巻きの巻きデータ特性と、屈曲部の予備調整フライ高さピッチを表すピッチデータの両方を含む静止姿勢データが器械244によりプロセッサ502に与えられる（ステップ516）。

【0063】静止姿勢測定が完了した後、プロセッサ502は、空気圧アクチュエータ454がそれらのアクチュエータアーム466を釈放しかつばね472が調整フレーム450をロードビームクランプストロークを通じて下方へ図13Cに示したロードビームクランプ位置へ押しやる（ステップ518）。調整フレーム450がそのクランプストロークを通じて移動するときに、ロードビームクランプパッド474が懸架装置14の堅い領域26に係合して、堅い領域が放出ロッド334の上面と係合するようにエレベータピン442により保持されていたフライ高さ位置から堅い領域を下方へ押しやる。調整フレーム450の連続動作とともに、クランプパッド474が懸架装置14の堅い領域26をベース252のクランプ面322にクランプする。懸架装置14の堅い領域26が面322にクランプされると、放出ロッド334がベース252内の引っ込んだ位置へ押しやられる。

【0064】静止姿勢測定に続いて、プロセッサ502は、測定された予備調整ピッチと公称ピッチの間の差を計算して所望のピッチ変化（Dptich）（すなわち、ステーション206によりなされるべきピッチ調整の量）を決定する（ステップ520）。それから、プロセッサ502は所望のピッチ変化に応じて懸架装置調整データにアクセスして、「バンプ」と呼ばれる位置を計算するかまたは決定する。バンプは、所望のピッチ変化を生ずる屈曲部曲げ位置である（ステップ522）。詳細に後述するように、バンプはDptichと同様高さ（Dheight）、巻き（Droll）およびグラム荷重（Dgram）の所望の変化に機能的に関連している。それ故、プロセッサ502により用いられる数学的な算法は、Pitch, Dheight, Droll およ

びDgram の関数としてバンプを計算する。ここに述べた実施の形態では、プロセッサ502は、曲げ組立体490をその移送位置から上下させるためにステッパモータ488を駆動しなければならない必要なステップの数に関してバンプを計算する。それから、ステッパモータ488は、曲げ組立体490を駆動して、ピン496の先端を所望の屈曲部曲げ位置に位置決めするようにプロセッサ502により作用される(ステップ524)。それから、ステッパモータ488を作用させて曲げ組立体490を移送位置へ戻るように駆動し、ピッチ調整過程を完了する(ステップ526)。それによって、屈曲部20は、屈曲部がフライ高さへ持ち上げられるときに(ステーション208で行われた後述するレーザー調整過程後)屈曲部に所望のまたは公称ピッチを与える位置へ曲げられる。

【0065】クランプフレーム組立体352と調整フレーム450を引っ込めることにより懸架装置クランプ組立体240をその懸架装置移送位置へ戻るように駆動するために基板クランプ弁508とロードビームクランプ弁510をプロセッサ502により再び作用させると、静止姿勢測定とピッチ調整過程が完了する(ステップ510)。調整フレーム450がそのクランプ位置から引っ込められると、ばね組立体338がその延長位置へ戻りかつプランジャ332を上方へ押圧して懸架装置14の堅い領域26をベース252のクランプ面322から持ち上げる。同様に、クランプフレーム組立体352がその基板クランプ位置から引っ込められると、ばね組立体310が棒308を上方へ押しやって、懸架装置基板ボス23を孔306から持ち上げて懸架装置14をクランプ組立体240から釈放する。それから、静止姿勢を測定したおよびピッチを調整した懸架装置14をクランプ組立体240から前進させることができる。それから、上記の静止姿勢測定およびピッチ調整過程を他の懸架装置14に繰り返すことができる。

【0066】レーザー調整ステーション208を図11および28~31を参照して述べる。図示のように、レーザー調整ステーション208は、基板クランプ組立体540、ロードビーム位置決め組立体542、ロードビームクランプ組立体544、光ファイバー546、z高さ測定器械548およびグラム荷重測定組立体550を有する。基板クランプ組立体540は固定ベース552および移動クランプ部材554を有する。ベース552はウオーキングビーム101"に関して固定されかつ懸架装置14の基板21を受け入れて位置合わせするように形造られた基板クランプパッド556を有する。ばねで付勢されたプランジャ558がクランプパッド556の中心に位置している。移動クランプ部材554はクランプパッド560を有しかつベース552に関して移送(開放)位置とクランプ位置(閉鎖)との間をウオーキングビーム101"の動作と同期して往復動するように

駆動される。レーザー調整過程の始めに、クランプ部材554がベース552から間隔を置いたその移送位置

(図示せず)にある。それから、ウオーキングビーム101"は調整すべき懸架装置14をクランプ組立体540へ前進させる。懸架装置基板21がウオーキングビーム101"によりクランプパッド556と一直線に整合された後、クランプ部材554が図28と30に示したクランプ位置へ駆動され、基板をクランプパッド556と560の間に機能的にクランプする。それにより、懸架装置14の取付領域がクランプされてレーザー調整過程を通じてレーザー調整ステーション208に固定保持される。レーザー調整過程およびポスト調整z高さおよびグラム荷重測定の完了に続いて、クランプ部材554をその移送位置へ駆動して、懸架装置14を釈放しかつ懸架装置をウオーキングビーム101"によりレーザー調整ステーション208から前進させることができる。

【0067】z高さ測定器械548はグラム荷重および輪廓測定ステーション204に関して上記の器械232と同一であることができかつクランプ組立体540にクランプされた懸架装置14の高さパラメータを測定するように位置決めされかつ形造られている。グラム荷重測定組立体550は、測定プローブ582を有するロードセル562を有する。駆動組立体564は、アーム組立体566、アームマウント568および空気圧アクチュエータ570を有する。アームマウント568はフレーム572により支持されている。空気圧アクチュエータ570はアームマウント568より上の位置でフレーム574に取り付けられており、かつアームマウントを通して延びている棒578にカラー576により連結されたピストン(見えない)を有する。アームマウント568より下に位置するアーム組立体566の端部が棒578に固定連結されており、かつアームマウントの線状軸受(見えない)の中へ上方に延びる案内軸580を有する。ロードセル562がクランプ組立体540に隣接してアーム組立体566の端部に取り付けられていて、クランプ組立体にクランプされた懸架装置14の屈曲部20より上のロードセルの測定プローブ582を位置決めする。

【0068】空気圧アクチュエータ570が制御システム500により作用されてアーム組立体566およびロードセル562を引っ込んだ位置と延長した位置、すなわち測定位置との間を駆動する。引っ込んだ位置では、ロードセル562をロードビーム位置決め組立体542より上に上昇させて、ウオーキングビーム101"によりレーザー調整ステーション208へおよびレーザー調整ステーションから前進すべき懸架装置14のために十分な隙間を与える。測定位置では、ロードセル562が下方へ駆動されて、測定プローブ582を懸架装置14の屈曲部20と係合させかつ懸架装置をフライ高さへ持ち上げる。ロードセル562の下向き運動の程度は、ア

ームマウント568の頂部のストッパーブロック584とカラー576の係合により制限される。ームマウント568に関してのストッパーブロック584の垂直位置、それ故ロードセル562がその延長位置へ駆動されるときに懸架装置14が持ち上げられるフライ高さは、マイクロメータ586を用いて調整できる。

【0069】ロードビームクランプ組立体544は、空気圧アクチュエータ590、ーム592およびブラケット594を有する。空気圧アクチュエータ590がフレーム596に固定されており、かつカラー600によりーム592の一端に取りつけられたピストン598を有する。ブラケット594はカラー600に対向するーム592の端部に取りつけられている。光ファイバー546とロードビームクランプパッド組立体602がブラケット594に取りつけられている。図示の実施の形態では、ロードビームクランプパッド組立体602は、ばね606によりロードビーム位置決め組立体542に向かって下方へ付勢された三つのボゴピン604を有する。図28に最も良く示されているように、光ファイバー546は、ファイバーの端部を、ステーション208にクランプされた懸架装置14のばね領域24の脚部より上にファイバーの端部を位置決めするようにブラケット594に取りつけられている。クランプパッド組立体602は、組立体をステーション208にクランプされた懸架装置14の堅い領域26より上に位置決めするようにブラケット594に取りつけられている。空気圧アクチュエータ590が制御システム500により作用されて、ーム592、光ファイバー546およびクランプパッド組立体602を引っ込んだ位置と延長した位置、すなわちロードビームクランプ位置の間を駆動する。

【0070】ロードビーム位置決め組立体542は、モータにより駆動されるステッパーモータ610A~610Cおよび位置決めピン組立体612A~612Cを有する。位置決めピン組立体612A~612Cは、それぞれのモータ610A~610Cに連結されたーム614A~614Cおよびームの端部に取りつけられかつームの端部から上方へ延びる位置決めピン616A~616Cを有する。図29および31に最も良く示されているように、ーム614A~614Cは、ステーション208でクランプされた懸架装置14の堅い領域26より下にピン616A~616Cを位置決めするように形造られている。図示の特別な実施の形態では、ピン616Aと616Bがほぼ横方向のロードビーム軸線に沿って堅い領域26の中心部分より下に位置しており、かつ中心の長手方向ロードビーム軸線から対称的に間隔を置いている。ピン616Cは堅い領域26の後方部分より下にかつばね領域24に隣接して中心の長手方向軸線に位置している。ステッパーモータ610A~610Cは引っ込んだ位置と延長した調整位置との間を位

置決めピン組立体612A~612Cを駆動する。引っ込んだ位置にあるときに、位置決めピン616A~616Cは、ステーション208へおよびステーションから前進させるべき懸架装置14に十分な隙間を与える位置にある。

【0071】レーザー調整ステーション208の電氣的サブシステム509はほぼ図32に示してある。図示のように、電氣的サブシステム509は、ステッパーモータ610A~610C、ロードセル562、z高さ測定器械548、ロードビームクランプ弁618、ロードセルエレベータ弁620および半導体レーザー622を有する。ロードビームクランプ弁618は圧縮空気源(図示せず)を624のようなホースを経て空気圧アクチュエータ590へ連結する(図11)。同様に、弁620は圧縮空気源をホース624を経て空気圧アクチュエータ570に連結する。

【0072】ステーション208により行われるレーザー調整過程は、懸架装置14のz高さ、巻きおよびグラム荷重を、ロードビームを所定の位置および配向に保ちながら、ばね領域を加熱する(例えば、赤外線レーザービームを当てることにより)ことにより応力を緩和するためにかつばね領域24に応力を加えるためにその自由な状態から堅い領域26を所定の位置および配向へ駆動することにより、高度の精度、繰り返し可能性および安定性に予測可能に調整することができる。この過程により発生したまたは引き起こされたz高さ、巻きおよびグラム荷重変化の大きさは、応力緩和される前にばね領域24が受ける応力の量と分布に依存しており、この応力レベルと分布はその自由状態位置と配向に関してロードビームの位置と配向により制御することができる。

【0073】したがって、ロードビーム調整位置と配向に応じた所望のフライ高さグラム荷重、高さおよび巻き変化を表す調整データは制御システム500のメモリー504に記憶される。ロードビーム調整位置と配向は、ロードビーム26がその自由状態位置から位置決め組立体542により駆動される位置と配向である。ここに記載された好ましい実施の形態では、調整データは、調整位置と配向に応じたグラム荷重、高さおよび巻き変化を描く一連の線形および非線形等式を特徴とする。ロードビーム調整位置は位置決めピン616A~616Cにより確立された平坦な位置である。他のやり方を述べると、ここに記載の実施の形態では、位置決めピン616A~616Cが、レーザー調整過程中懸架装置14のロードビーム26を平坦な位置と配向で支持する位置へ駆動される。各ピン616A~616Cの調整位置は、ピンを所望の調整位置に位置決めするためにそれらの引っ込んだ位置から駆動されるそれぞれステッパーモータ610A~610Cの数に相互に関連させることができる。懸架装置14のためのフライ高さグラム荷重、高さおよび巻きの所望のまたは公称の値を代表するデータもメモ

リー504に記憶される。

【0074】図33は、クランプ組立体540にクランプされた懸架装置14にステーション208により行われるレーザー調整過程を示すフローダイアグラムである。その過程は、クランプ部材554がその移送位置にあるときに、高さ、グラム荷重および巻き調整すべき懸架装置14の移送と共に始まり、クランプ部材を閉じて取付領域18をクランプパッド560と556の間でベース552に機能的にクランプする（ステップ630）。測定された予備調整および所望のまたは公称のグラム荷重、高さ、巻きおよびピッチの値（それぞれ、Dgram, Dheight, DrollおよびPitch）の間の差（すなわち、所望の変化）がプロセッサ502により計算される（ステップ632）。それから、プロセッサ502がグラム荷重、高さ、巻きおよびピッチの所望の変化に応じて調整データにアクセスして、ピン616A～616Cの調整高さを計算するかまたは決定する（ステップ634）。それから、ステッパモータ610A～610Cが、位置決めピン組立体612A～612Cを上方へ駆動してピン616A～616Cを調整位置に位置決めするようにプロセッサ502により作用される（ステップ636）。

【0075】位置決めピン組立体612A～612Cがそれらの調整位置へ駆動された後、プロセッサ502は、アーム592およびその端部のロードビームクランプパッド組立体602をその引っ込んだ位置から図28と30に示したロードビームクランプ位置へ空気圧アーム590が駆動するようにロードビームクランプ弁618を作用させる（ステップ638）。クランプパッド組立体602のポゴピン604が位置決めピン616A～616Cのすぐ上に位置決めされる。クランプパッド組立体602をその引っ込んだ位置から下降させると、ポゴピン604が懸架装置14の堅い領域26の上面に係合し、かつ堅い領域の下面が位置決めピン616A～616Cの先端と係合している調整位置へ懸架装置を押しやる。ばね606が十分に大きな付勢力をポゴピン604へ加えると、ポゴピンが懸架装置14の堅い領域26を位置決めピン616A～616Cと係合するように押しやる。ポゴピンがロードビーム16を調整位置へ押しやった後、クランプパッド組立体602の連続する下向き運動とともに、ポゴピンがばね606の付勢力に抗してブラケット594の中へ引っ込む。ロードビーム26が調整ステーションに保持された状態で、プロセッサ502が露出時間の間レーザー622を作用させて、ばね領域24が光ファイバー546を経てばね領域に向けられた赤外線を当てることにより熱処理されかつ応力緩和される（ステップ640）。レーザー622が露出時間の終わりにプロセッサ502によりオフにして、懸架装置を冷却させて置くことができる（一実施の形態では、約30 msec）（ステップ642）。このレーザー調整過

程を完了するために、プロセッサ502がロードビームクランプ弁618とステッパモータ610A～610Cを作用させて、クランプパッド組立体602および位置決めピン組立体612A～612Cを駆動してそれらの引っ込んだ位置へ戻す（ステップ644）。

【0076】ポスト調整グラム荷重およびz高さ（輪廓形状特性）測定値が、レーザー調整過程に続くステーション208で取られる。レーザー調整過程に続いて、エレベータ弁620がプロセッサ502により作用されて、ロードセル562を、懸架装置14がフライ高さへ持ち上げてある測定位置へ下方に駆動する。それから、プロセッサ502がロードセル562からポスト調整フライ高さグラム荷重測定値を取る（ステップ646）。懸架装置がフライ高さへ持ち上げられると、プロセッサ502がz高さ測定器械を作用させかつポスト調整半径方向領域輪廓測定値を取る（ステップ648）。これらのポスト調整測定に続いて、プロセッサ502がエレベータ弁620を作用させてロードセルを駆動してその引っ込んだ位置へ戻す（ステップ650）。それから、クランプ部材554をその移送位置（開放した）へ駆動して、調整済みで測定済みの懸架装置14をウオーキングビーム101'によりクランプ組立体540から前進させることができる（ステップ652）。

【0077】静止姿勢測定ステーション210を図11、34および35に関連して述べるができる。図示のように、ステーション210は懸架装置クランプ組立体660および静止姿勢測定器械662を有する。静止姿勢測定器械662は構造、機能および作用において、ステーション206に関連して前述した器械244と同一であることができる。すぐに述べる差を除いて、懸架装置クランプ組立体660はステーション206に関連して前述した懸架装置クランプ組立体240と構造、機能および作用において同一であることができ、かつ同様な特徴が共通の添字（すなわち、“x'”）を付けた参照数字により識別される。クランプ組立体660と240の間の差は、屈曲部ピッチ測定が静止姿勢測定ステーションで行われないことに由る。それ故、クランプ組立体660によりロードビームまたは調整クランプ操作が行われず、したがって調整フレーム450'が用いられずかつクランプフレーム組立体352'のフレーム板362'にボルト664により固定される。ステーション206の懸架装置クランプ組立体240と異なり、懸架装置クランプ組立体660は、フレーム板450'をロードビームクランプ位置へ駆動するための454のような空気圧アクチュエータまたは472のような付勢ばねを有しない。

【0078】図36は静止姿勢測定ステーション210の電氣的サブシステム511のブロックダイアグラムである。図示のように、電氣的サブシステム511は静止姿勢測定器械662および機能的なクランプ弁666を

有するが、これらの両方はプロセッサ 502 にインターフェースされている。

【0079】図 37 は、ステーション 260 により行われる静止姿勢測定過程を示すフローダイアグラムである。その過程は、クランプ組立体が懸架装置移送位置

(図示せず)にある間に、測定すべき懸架装置 14 を懸架装置クランプ組立体 660 へ移送するとともに始まる(ステップ 668)。プロセッサ 502 は、空気圧アクチュエータ 354' がそのアクチュエータアーム 360' を引っ込めて、ロードビームクランプ組立体 248' を引っ込んだ位置へ上方に駆動するようにロードビームクランプ弁 666 を作用させることによりクランプ組立体 660 が懸架装置移送位置にあるようにする。測定すべき懸架装置 14 をクランプ組立体 660 へ前進させた後、プロセッサ 502 は、空気圧アーム 354' がそのアクチュエータアーム 360' を延ばしかつロードビームクランプフレーム組立体 352' を図 35 に示した基板クランプ位置へ駆動するようにロードビームクランプ弁 666 を作用させる(ステップ 670)。クランプフレーム組立体 352' がそのクランプ位置にあるときに、エレベータピン 442' がロードビーム 16 の堅い領域 26 に係合しかつロードビーム 16 をその自由な状態からフライ高さへ持ち上げる。

【0080】懸架装置 14 の基板 21 がベース 252' に機能的にクランプされかつその屈曲部 20 がフライ高さに持ち上げられた後、プロセッサ 502 が静止姿勢測定器械 662 を作用させる。図 35 に示したように、器械 662 が光ビームを発生してそれを屈曲部 20 の上へ孔 480' を通って指向させる。それにより、屈曲部 20 のポスト調整フライ高さ巻きの巻きデータ特性と屈曲部のポスト調整フライ高さピッチを表すピッチデータとの両方を含むポスト調整静止姿勢データが器械 662 によりプロセッサ 502 に与えられる(ステップ 672)。ロードビームクランプ弁 666 が再びプロセッサ 502 により作用されて、クランプフレーム組立体 352' を引っ込めることにより懸架装置クランプ組立体 660 をその懸架装置移送位置へ戻すように駆動すると、ポスト調整静止姿勢測定が完了する(ステップ 668)。それから、静止姿勢が測定された懸架装置 14 をクランプ組立体 660 から前進させることができ、かつ前述した静止姿勢測定過程が次の懸架装置で繰り返される。

【0081】懸架装置 14 のポスト調整グラム荷重、高さおよび静止姿勢が所望の設計仕様範囲外であれば、懸架装置が拒否されて設計仕様外のディータブステーションでキャリアストリップから切断される。それから、残っている設計仕様内の懸架装置 14 を有するキャリアストリップ 34 が器械 200 から取り除かれて、浄化ステーション(図示せず)へ輸送される。浄化操作に続いて、懸架装置 14 が最後のディータブステーションへ輸

送され、そこで全ての残っている懸架装置 14 がキャリアストリップ 34 から切断され、引続き顧客へ輸送のために包装される。他の実施の形態では、懸架装置 14 が装置 200 でそれらの調整に続いて熱処理される。

【0082】ステーション 206 でピッチ調整過程を制御しかつステーション 208 でグラム荷重、高さおよび巻き調整過程(すなわち、レーザー調整過程)を制御するためにプロセッサ 502 により実施される算法の詳細な記載は次の通りである。算法に含まれかつ後で言及される数学的等式(Eqs.)は図 38 に示してある。前述したように、ステーション 206 と 208 でなされたピッチ、グラム荷重、高さおよび巻きの変化を Pitch, Dgram, Dheight および Droll でそれぞれ表してある。これらのパラメータは等式 1~4 にしたがってプロセッサ 502 により計算される。ここで述べる算法の実施の形態は「荷重」、「バイアス」、「ピボット」および「バンプ」で表される四つの応答変数(response variables)を利用している。これらの応答変数は、連結または依存の量を最小にするためにステーション 26 のピッチ調整機構 242 およびステーション 208 のロードビーム位置決め組立体 542 の相対的なピン位置に関して等式 5~9 に定義されている。

【0083】等式 9~12 は、ピボット、バイアス、荷重およびバンプをそれぞれ計算するために用いられている。図 38 に記載されたように、ピッチ、グラム荷重、高さおよび巻きの所望の変化に加えて、等式 9~12 は、等式 13~19 に記載されている計算定数「定数」、「 α 」、「p」、「q」、「Det」、「u」および「v」と同様に重量ファクタ「A」~「N」を利用している。等式 1~19 に記載されている数値システムはただ一組の実際の根および二対の結合した仮想組みしかないようにフォーマットされた。この数値システムは、どんな種類の収斂計算技術の必要も除いて、直接コンボリュートトランスフォーム(convolute transform)を用いて解くことができる。

【0084】懸架装置 14 の種々の種類または設計がステーション 206 で行われたピッチ調整過程に回答する仕方で微細な差があることが観察された。これらの差を説明するために、バンプを計算するために用いられた等式 12 の指数は可変な「冪」を含む。この可変な冪は、プロセッサ 502 により行われる設定過程で懸架装置 14 の各形式に付いて設定される。例えば、ハッチンソン・テクノロジー・インコーポレイテッドから入手可能な形式 1650 の懸架装置 14 を調整するときに、冪が 13 に等しいと設定された。

【0085】設定過程中、プロセッサ 502 が重量ファクタ A~N を確立するためにディチュールーチンを実施する。プロセッサ 502 は、設定過程中荷重、バイアスおよびピボットで完全な階乗を行う。この設定過程中、バンプは荷重、バイアスおよびピボットと無関係に変えら

れる。この設定過程中、グラム荷重、高さ、ピッチおよび巻きの測定された予備調整およびポスト調整値ならびに関連した調整位置が記憶されかつ重量ファクタA-Nの初期値を計算するためにガウシアン回帰により処理される。例により、ハッチンソン・テクノロジー・インコーポレイテッド形式850の懸架装置のための重量ファクタA-Nの代表的な数値を下の表1に記載してある。重量ファクタA-N、したがってなお計算定数が懸架装置14の所望のグラム荷重、高さ、ピッチおよび巻きと、グラム荷重、高さ、ピッチおよび巻きの測定されたポスト調整値との間の差に基づいて更新され、かつ関連した調整位置（すなわち、相互に関連したデータ）に基づいて更新される。一実施の形態では、重量ファクタA-Nは、最も最近処理した懸架装置14の所定の数（例えば、一実施の形態では80）から歴史的な相互関連データを用いて各懸架装置14の調整およびポスト調整測定に続いて連続的に更新される。

【0086】

【表1】

A =	9.59655 × 10 ³
B =	4.224
C =	-33.378
D =	18.357
E =	-5.73643 × 10 ²
F =	-94.246
G =	-56.948
H =	-0.6379
I =	11.59
J =	-0.05835
K =	0.1114
L =	0.57972
M =	-3.457
N =	5.304

【0087】本発明の他の実施の形態である懸架装置調整装置700を図39に全体的に示す。図示のように、装置700は巻きモジュール702および調整モジュール704を有する。巻きモジュール702は、ピッチ安定化ステーション706、巻きステーション708および逆曲げおよびグラム荷重測定ステーション710を有し、これらの全ては制御システム712にインターフェースされている。調整モジュール704は、グラム荷重および高さ測定ステーション714、静止姿勢測定ステーション715、ピッチ調整ステーション716、レーザー調整ステーション717、静止姿勢測定ステーション718およびグラム荷重および高さ測定ステーション719を有し、これらの全ては制御システム726にインターフェースされている。

【0088】懸架装置調整装置100に関して前述したウオーキングビームのようなウオーキングビーム（図39には示されてない）が成形懸架装置14（これも図示せず）のキャリアストリップ34を巻きモジュール70

2を通じて前進させ、引き続いて各懸架装置14をステーション706、708および710に位置決めする。各ステーション706、708および710に位置決めされた後、懸架装置14の基板21がその取付領域18で機能的にクランプされ、かつクランプを解除されて引き続くステーションへ前進する前に処理される。巻きモジュール702の全操作ならびにそのステーション706、708および710の全操作が統合されて制御システム712により制御される。

10 【0089】ピッチ安定化ステーション706では、懸架装置14の屈曲部20を加熱して残留応力を緩和する。一実施の形態（その個々の構成要素は示していない）では、この応力緩和加熱操作が、半導体レーザーにより発生しかつ一つまたは複数の光ファイバーにより屈曲部へ向けられた赤外線屈曲部20をさらすことにより行われる。屈曲部20に十分な応力緩和熱を加えるがブラウニングされない熱を加えるために上記の調整装置100のステーション106の仕方と同様な仕方では制御システム712を設定することができる。懸架装置14の堅い領域26も屈曲部20の仕方と同様な仕方では残留応力を緩和するために加熱することができる。

【0090】巻きステーション708では、懸架装置14のばね領域24を湾曲した心棒の周りに巻いてばね領域を形成する。巻きステーション708は上記の調整装置100の巻きステーション102と構造的におよび機能的に同様であることができる。

【0091】逆曲げおよびグラム荷重測定ステーション710では、懸架装置14が所定の設定量だけ逆曲げされて、懸架装置のグラム荷重を減少させかつそれによりグラム荷重を安定化するのを助ける。ステーション710における逆曲げ機構（別個に示していない）は、上記の調整装置200の逆曲げステーション202で逆曲げ操作を行うために用いられる機構と構造的にかつ機能的に同様であることができる。ステーション710は、懸架装置14のポスト巻きグラム荷重を測定するためのグラム荷重測定器械（図40に別個に示されてない）を有する。ステーション710でなされたポスト巻きグラム荷重測定値を巻きステーション708の設定過程中で用いることができる。ステーション708におけるグラム荷重測定器械はステーション714のグラム荷重測定器械と構造的におよび機能的に同様であることができかつ詳細に後述される。

【0092】調整モジュール704は、懸架装置14のキャリアストリップ34（図示せず）をモジュールを通じて前進させるためにかつステーション714～719で各懸架装置を引き続いて位置決めするためのウオーキングビーム（図示せず）を有する。各ステーション714～719に位置決めされた後、懸架装置14がその取付領域18で機能的にクランプされ、かつクランプを解除して引き続くステーションへ前進させる前に処理され

る。調整モジュール704の全操作ならびにそのステーション714~719の全操作は統括されて制御システム726により制御される。

【0093】グラム荷重および高さ測定ステーション714では、懸架装置14がフライ高さに持ち上げられる。それから、懸架装置14の予備調整高さ（すなわち、輪廓形状のパラメータ）および予備調整グラム荷重がロードセルおよび z 高さ測定器械（図39に示していない）をそれぞれ用いて測定される。

【0094】静止姿勢測定ステーション715では、懸架装置が再びフライ高さに持ち上げられる。それから、屈曲部20の予備調整静止姿勢（巻きとピッチの両方）が静止姿勢測定器械（図39には示していない）を用いて測定される。

【0095】ピッチ調整ステーション716では、懸架装置14の堅い領域26が固定クランプされる。それから、屈曲部20がピッチ調整機構（図39には示していない）により上方または下方に可塑的に曲げられて、屈曲部のピッチが調整される。ピッチ調整機構は、前記の調整器械200のピッチ調整機構242と構造的におよび機能的に同様であることができる。

【0096】レーザー調整ステーション717では、ロードビーム位置決め組立体（図39には示していない）が調整位置で懸架装置14の堅い領域26を配向しかつ位置決めしてばね領域24に応力を加える。それから、ばね領域24がレーザーにより発生しかつ光ファイバーを通じてばね領域に向けられた赤外線を当てることにより応力緩和される。それにより、懸架装置14のグラム荷重、高さおよび巻きが調整される。ロードビーム位置決め組立体は、上記の調整装置200のロードビーム位置決め組立体542と構造的にかつ機能的に同様であることができる。レーザーおよび光ファイバーは調整装置200の繊維546およびレーザー622と同様であることができる。ステーション716で行われるピッチ調整過程およびステーション717でグラム荷重、高さおよび巻き調整過程を制御するためにかつ調整データを更新するために制御システム726により用いられる算法は、前述した調整装置200のプロセッサ502により実施される算法と同様であることができる。

【0097】静止姿勢測定ステーション718では、懸架装置14が再びフライ高さへ持ち上げられる。それから、屈曲部20のポスト調整静止姿勢が静止姿勢測定器械（図39には示していない）を用いて測定される。静止姿勢測定ステーション718はステーション715と構造的にかつ機能的に同様であることができる。グラム荷重および高さ測定ステーション719では、懸架装置14がフライ高さに持ち上げられる。それから、懸架装置14のポスト調整高さおよびポスト調整グラム荷重がそれぞれロードセルおよび z 高さ測定器械（図39には示していない）を用いて測定される。グラム荷重および高

さ測定ステーション724は、ステーション714に機能的にかつ構造的に同様であることができる。

【0098】図39に示していないけれども、調整モジュール704は拒否懸架装置ディータブステーションを有し、このステーションへ、懸架装置14がステーション719で測定された後ウオーキングビームにより前進する。拒否懸架装置ディータブステーションが制御システム726にインターフェースされかつ制御システム726により制御される。設計仕様外懸架装置14（すなわち、所望の静止姿勢、高さおよびグラム荷重の所定範囲外の測定されたポスト調整静止姿勢、高さまたはグラム荷重を有する懸架装置）がこのステーションでキャリアストリップ34から切断される。この形式のディータブステーションは周知であり、例えばスミスその他の米国特許4,603,567に開示されている。それから、設計仕様内の懸架装置14を有するキャリアストリップ34がグラム荷重および高さ測定ステーション719でウオーキングビームから人手で取り除かれて最後のディータブステーションへ輸送される。残っている全ての懸架装置14が最後のディータブステーションでキャリアストリップ34から切断され、引き続いて顧客へ輸送するために包装される。

【0099】グラム荷重および高さ測定ステーション714を図40を参照して詳細に述べる。図示のように、ステーション714は懸架装置クランプ/アーム組立体728、グラム荷重測定組立体730および z 高さ測定器械732を有する。グラム荷重測定組立体730はベース734上の支持フレーム736に取りつけられており、かつステッパモータ738、スライドマウント740、支持アーム742およびロードセル744を有する。スライドマウント740は支持フレーム736に関して垂直軸線に沿って往復動可能に取りつけられかつステッパモータ738によりその運動範囲を通じて駆動される。支持アーム742がスライドマウント740に取りつけられかつスライドマウントから延びている。ロードセル744が支持アーム742の端部に取りつけられかつその端部から下方へ延びており、かつクランプ/アクチュエータ組立体728にクランプされた懸架装置14の屈曲部20のすぐ上に位置している。制御システム726（図39）から制御信号に応答して、ステッパモータ738が引っ込んだ位置または移送位置とフライ高さ測定ステーションとの間をロードセル744を駆動する。移送位置では、ロードセル744が懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体728へおよびこの組立体から前進している懸架装置14と干渉しないほど十分に高く持ち上げられる。測定位置へ下降されると、ロードセル744が屈曲部20と係合して懸架装置14をフライ高さへ持ち上げて、ロードセルによるフライ高さグラム荷重測定を可能にする。ロードセル744の測定位置を調整するために調整機構746を用いることができ

る。

【0100】z高さ測定器械732が、クランプ/アクチュエータ組立体728でクランプされた懸架装置14の堅い領域26より下の位置でベース734に取り付けられている。器械732は、懸架装置がグラム荷重測定組立体730によりフライ高さへ持ち上げられた後、懸架装置14の高さパラメータを測定するように位置決めされかつ形造られている。調整装置200に関して前述した器械232のような光学点範囲センサをこの目的のために用いることができる。一実施の形態では、器械732は、日本、大阪府のキーエンス社から入手可能なLC2430点範囲センサである。

【0101】図40～43を参照して懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体728を述べる。図示のように、組立体728はウオーキングビーム送り軸729より上に取り付けられており、かつベース組立体750、位置決めピンブロック組立体752、機能クランプブロック組立体754、ロードビームアクチュエータブロック組立体756およびカム組立体758を有する。ベース組立体750は、ベース板クランプパッド762を有する基板クランプ領域のある堅い取り付けベース760を有する。位置合わせ孔766がクランプパッド762の中へ延びておりかつクランプパッドにクランプされた懸架装置14の取り付けボス23を受け入れるように寸法決めされている。昇降ロッド764が孔766内に往復動可能に取り付けられ、かつばね768により上方へ付勢されている。案内棒770がベース組立体750に固定されかつベース760から上方と下方へ延びている。

【0102】カム組立体758は、ベース組立体750内に回転可能に取り付けられたスプライン軸776を有する。位置決めカム778、クランプカム780およびアクチュエータカム782が軸776にスプラインで装着されかつその軸により回転される。

【0103】位置決めピンブロック組立体752がベース組立体750より下に位置しており、かつ線状軸受774により案内棒770に垂直な往復運動可能に取り付けられた案内ブロック772を有する。案内ブロック770の上面は凹部784を有し、この凹部内をカム従動節786が案内ブロックに回転可能に取り付けられている。カム従動節786はカム組立体758の位置決めカム778により係合可能に位置している。案内ブロック772の対向する側の引張ばね(図示せず)が案内ブロック772とベース組立体750の間に連結されていて、位置決めピンブロック組立体752を上方へかつそのカム従動節786を位置決めカム778と係合するように付勢している。

【0104】支持アーム790およびピン792を含む(図40、41および43にはただ一つしか見えない)位置決めピン組立体788が案内ブロック772の前に

取り付けられている。ピン792は、懸架装置の基板21がクランプパッド762の上方に位置しているときに懸架装置キャリアストリップ34の孔35と整合されたベース760の孔を通して上方へ延びている。支持アーム790とピン792は、軸776の回転に应答して延長した位置と引っ込んだ位置の間をキャリアストリップ位置決めストロークを通じて駆動される。位置決めカム778とカム従動節786はそれらの位置決めストローク内でピン792の位置を制御するように協働する。

10 【0105】機能的なクランプブロック組立体754がベース組立体750のすぐ上に位置しており、かつ案内棒770の上を線状軸受796により垂直な往復運動可能に取り付けられた案内ブロック794を有する。案内ブロック794の下面は凹部798を有し、この凹部内にカム従動節800が案内ブロックに回転可能に取り付けられている。カム従動節800はカム組立体758のクランプカム780により係合可能に位置している。案内ブロック794の対向する側の引張ばね802が案内ブロック794とベース組立体750の間に連結されていて、クランプブロック組立体754を下方へかつそのカム従動節800をクランプカム780と係合するように付勢している。

【0106】支持アーム806とクランプパッド組立体808を有する基板クランプ組立体804が案内ブロック794の前に取り付けられている。クランプパッドクランプ組立体808がベース760上のクランプパッド762のすぐ上の位置に支持アーム806の室810内に取り付けられている。図43に最も良く示したように、クランプパッドクランプ組立体808は、ばね812、宝石リング814およびクランプパッド816を有する。クランプパッド組立体808は前記の調整装置200のクランプパッド組立体370と構造的におよび機能的に同様である。クランプパッド組立体808は軸776の回転に应答して移送位置と基板クランプ位置の間をクランプストロークを通じて駆動される。クランプカム780とカム従動節800はそのクランプストローク内でクランプパッド組立体808の位置を制御するように協働する。

40 【0107】ロードビームアームブロック組立体756は機能的なクランプブロック組立体754のすぐ上に位置しており、かつ線状軸受822により案内棒770上を垂直な往復運動可能に取り付けられた案内ブロック820を有する。案内ブロック820の下面は凹部824を有し、この凹部内にカム従動節826が案内ブロックに回転可能に取り付けられている。カム従動節826はカム組立体758のアクチュエータカム782により係合可能に位置している。案内ブロック820の対向する側の引張ばね828が案内ブロック820とベース組立体750の間に連結されていて、アクチュエータブロック組立体756を下方へかつそのカム従動節826をア

クチュエータカム782と係合するように付勢している。

【0108】エレベータ組立体830のようなロードビーム作用部材または組立体が案内ブロック820の前に取り付けられている。エレベータ組立体830は支持アーム832を有し、この支持アームは案内ブロック820から延びており、かつクランプパッド762とクランプパッド組立体808の間にクランプされた懸架装置14の堅い領域26の上方にエレベータピン834を位置決めする。エレベータ組立体830は軸776の回転に
10 応答して引っ込んだ位置と上昇した位置の間をエレベータストロークを通じて駆動される。アクチュエータカム782とカム従動節826はそのエレベータストローク内でエレベータ組立体830の位置を制御するように協働する。

【0109】図40に概略的に示したように、懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体728は、ウオーキングビーム送り軸729をカム組立体758にインターフェースする制御システム840を有する。制御システム840が図44に詳細に示されており、光学エンコーダ
20 842、モータコントローラ844およびモータ846を有する。光学エンコーダ842はウオーキングビーム送り軸729に慣用の仕方で光学的に連結されかつ送り軸の位置を表す電気的位置信号を発生する。モータコントローラ844は、エンコーダ842からの位置信号を受けるように形造られた慣用のプログラム可能なモータコントローラである。図示のように、モータコントローラ844は調整モジュール704の制御システム726にインターフェースされている。制御システム726は制御コマンドをモータコントローラ844に与えかつモ
30 ータコントローラから情報を受ける。それにより、制御システム726は、制御システムが制御する機能の動作（すなわち、ステーション714におけるグラム荷重測定組立体730およびz高さ測定器械732の動作）を懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体728の動作に同期させることができる。

【0110】モータコントローラ844はエンコーダ842から受けた位置信号および制御システム726から受けた制御コマンドに応じてモータ駆動信号を発生するようにプログラムされている。コントローラ844により生じたモータ駆動信号がモータ846に慣用の仕方で加えられる（例えば、モータドライバを介して、図示せず）。カム軸776の回転、したがって位置決めピン
40 ブロック組立体752により行われるキャリアストリップ案内操作、機能的なクランプブロック組立体754により行われる基板クランプ操作、ロードビームアクチュエータブロック組立体756により行われるロードビーム上昇操作が送り軸729の回転に同期される。位置決めブロック組立体752により行われるキャリアストリップ案内操作の相対運動とタイミング、機能的なクラン
50

プブロック組立体754により行われる基板クランプ操作およびロードビームアクチュエータブロック組立体756により行われるロードビーム上昇操作が位置決めカム778、クランプカム780およびアクチュエータカム782により同期される。懸架装置14が調整モジュール704のステーション714〜719を通じて前進する速度は、ウオーキングビーム送り軸729が回転される速度に直接関連しているので、ステーション714の制御システム840および調整モジュール704の制
10 御システム726およびこれらの制御システムにより制御される操作は、懸架装置14が調整モジュールを通じて前進している速度に有効に同期される。

【0111】グラム荷重および高さ測定ステーション714は次のように作用する。ウオーキングビームが懸架装置14を懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体728へ前進させているときに、制御システム840によ
20 って、カム778、780および782が位置決めピンブロック組立体752、クランプブロック組立体754およびロードビームアクチュエータブロック組立体756をそれぞれそれらの延長位置へ駆動する位置まで軸776が回転する。懸架装置14の取付領域18がクランプパッド762の上方に位置決めされた後、そして軸776の連続回転とともに、位置決めカム778によりピン792がキャリアストリップ位置決めストロークを通じてその延長位置に向かって駆動される。同時に、ク
30 ランプカム780により、クランプパッド組立体808がそのクランプストロークを通じてクランプ位置に向かって駆動される。位置決めピン792の運動がクランプパッド組立体808の運動を導き、したがってピンがキャリアストリップ34の孔35を通して延び、それによりクランプパッド組立体808が懸架装置の取付領域18と係合する前に、懸架装置14の基板21がクランプパ
40 ッド762と一直線に整合された状態でキャリアストリップを位置決めする。懸架装置14が位置決めされかつクランプパッド組立体808が取付領域18と係合した後、位置決めカム778とクランプカム780によりピン792とクランプパッド組立体がそれらの延長位置へ駆動されてその延長位置に保持される。懸架装置14の取付領域18と基板21はクランプパッド762とク
50 ランプパッド組立体808の間にベース760に固定クランプされる。

【0112】クランプパッド組立体808がそのクランプ位置に向かって駆動されている間に、アクチュエータカム782によりエレベータ組立体830がそのエレベータストロークを通じてエレベータ位置へ駆動されるが、エレベータ組立体の運動がクランプパッド組立体の運動に遅れる。懸架装置14がクランプされた後、エレベータピン834がロードビーム16に係合してロードビ
50 ムをフライ高さをわずかに超えた位置へ持ち上げる。エ

レベータピン 834 がその上昇位置へ駆動されているときに、モータコントローラ 844 が調整モジュール 704 の制御システム 726 へ指示を与える。その指示にตอบสนองして、制御システム 726 が制御信号を発生し、それによりステッパモータ 738 がロードセル 744 をそのフライ高さ測定位置へ駆動する。一度ロードセル 744 がフライ高さ測定位置にあると、アクチュエータカム 782 によりエレベータピン 834 が短い距離だけその引っ込んだ位置に向かって駆動されて、懸架装置 14 の屈曲部 20 をロードセルの上へ静かに位置決めする。それから、懸架装置 14 のフライ高さグラム荷重の測定値が取られる。また、制御システム 726 により、z 高さ測定器械 732 が懸架装置 14 の z 高さの測定を開始するとともに、懸架装置がロードセル 744 によりフライ高さへ持ち上げられる。フライ高さグラム荷重および z 高さ測定に続いて軸 776 がさらに回転すると、位置決めブロック組立体 752、クランプブロック組立体 754 およびロードビームアクチュエータブロック組立体 756 の上記の作用が、位置決めカム 792、クランプパッド組立体 808 およびロードセル 744 をそれらの引っ込んだ位置へ戻すために逆の順序で有効に繰り返される。それから、測定された懸架装置 14 を静止姿勢測定ステーション 715 へ前進させることができ、かつ他の懸架装置をグラム荷重および高さ測定ステーション 714 へ前進させることができる。

【0113】すぐ前に述べたものと同様な懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体および関連した制御システム（すなわち、組立体 728 およびシステム 840 と同様な）は、巻きモジュール 702 および調整モジュール 704 の他のステーションに含めることができる。調整システム 700 の一つの実施の形態は、ステーション 710 および 714~719 におけるそれぞれ 728 および 840 と同様な懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体および制御システムを有する。懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体 728 および制御システム 840 のモジュラー特性が与えられると、それらを調整システム 700 の他のステーションに用いるために有効に適合させることができる。例えば、懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体 728 は、変化するタイミング必要条件を適応させるために軸 776 に 778、780 および 782 のような種々のカムを取りつけることにより他のステーションに用いるために適合させることができる。制御システム 840 を、他のステーションの必要条件に適応させるためにプログラムすることもできる。

【0114】懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体 728 のロードビームアクチュエータブロック組立体 756 を調整装置 700 の他のステーションに用いるために適合させることもできる。例えば、エレベータ組立体 830 の代わりに、ピッチ調整ステーション 716 の懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体の実施の形態

は、調整装置 200 のステーション 206 のクランプパッド 474 と機能的に同様なロードビームクランプパッドを有するロードビームアクチュエータブロック組立体を有する。ピッチ調整ステーション 716 の懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体のベース組立体は、調整装置 200 のステーション 206 のクランプ領域 260、ブランジャ 332 およびばね組立体 338 と機能的に同様な調整クランプ領域、ブランジャおよびばね組立体を有する。それにより、ステーション 716 の懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体のロードビームアクチュエータブロックおよびベースは、ステーションにより行われるピッチ調整過程中懸架装置 14 の堅い領域 26 を固定クランプするように形造られている。

【0115】エレベータ組立体 839 の代わりに、レーザー調整ステーション 717 の懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体の実施の形態は、調整装置 200 のレーザー調整ステーション 208 のクランプパッド組立体 602 と構造的にかつ機能的に同様なクランプパッド組立体を有するロードビームアクチュエータブロック組立体を有する。それにより、ステーション 714 の懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体のロードビームアクチュエータブロックは、ステーション 720 のロードビーム位置決め組立体と協働するように形造られている。レーザー調整ステーション 717 のこの実施の形態では、光ファイバーがステーションでクランプされた懸架装置 14 のばね領域 24 のすぐ下の位置でベースに固定されている。

【0116】本発明の他の実施の形態である懸架装置調整装置 900 を図 45 に全体的に示す。図示のように、装置 900 は、静止姿勢測定ステーション 901、ピッチ調整ステーション 902、レーザー調整ステーション 903、静止姿勢測定ステーション 904 およびグラム荷重および高さ測定ステーション 905 を有し、これらの全てはステーション 906 を制御するためにインターフェースされている。懸架装置調整装置 100 に関して前述したウオーキングビームのようなウオーキングビーム（図 45 に示してない）は、成形された懸架装置 14 のキャリアストリップ 34（これも図示してない）を装置 900 を通じて前進させ、そして引続き各懸架装置 14 をステーション 901~905 に位置決めする。各ステーション 901~905 に位置決めされた後、懸架装置 14 がその取付領域 18 で機能的にクランプされそしてクランプが解除されて引き続きステーションへ前進する前に処理される。ステーション 901~905 の全操作が制御システム 906 により統合されて制御される。

【0117】静止姿勢測定ステーション 901 では、屈曲部 20 の予備調整静止姿勢（ピッチと巻きの両方）が静止姿勢測定器械（図 45 には示してない）を用いて測定される。静止姿勢測定ステーション 901 は、前述した懸架装置調整装置 700 のステーション 715 と構造

的にかつ機能的に同様であることができるが、懸架装置は測定のためにフライ高さに持ち上げられない。

【0118】ピッチ調整ステーション902では、懸架装置14の堅い領域26が固定クランプされる。それから、屈曲部20がピッチ調整機構（図45には示していない）により上方へまたは下方に可塑的に曲げられて、屈曲部のピッチが調整される。ピッチ調整ステーションは、前述した懸架装置調整装置700のステーション716と構造的におよび機能的に同様であることができる。

【0119】レーザー調整ステーション903では、ロードビーム位置決め組立体（図45には示していない）が調整ステーションで懸架装置14の堅い領域26を配向しかつ位置決めしてばね領域24に応力を加える。それから、ばね領域24が、レーザーにより発生しかつ光ファイバーを通してばね領域へ向けられた赤外線を当てることにより応力緩和される。懸架装置が巻かれなかった（すなわち、調整装置700の708のような巻きステーションで処理されなかった）ので、グラム荷重および高さがレーザー調整ステーション903で懸架装置14に与えられる。実際に、レーザー調整ステーション903はばね領域24への半径を含む。懸架装置14の巻きはステーション903で調整される。レーザー調整過程を行うために用いられかつ後述する算法の変化を除いて、レーザー調整ステーション903は上記の懸架装置調整装置700のステーション717と構造的におよび機能的に同様であることができる。

【0120】静止姿勢測定ステーション904では、懸架装置14がフライ高さへ持ち上げられる。それから、屈曲部20のポスト調整静止姿勢（巻きとピッチの両方）が静止姿勢測定器械（図45には示していない）を用いて測定される。静止姿勢測定ステーション904はステーション901と構造的におよび機能的に同様であることができる。

【0121】グラム荷重および高さ測定ステーション905では、懸架装置14が再びフライ高さに持ち上げられる。それから、懸架装置14のポスト調整グラム荷重およびポスト調整高さ（すなわち、輪廓形状特性）がロードセルと高さ測定器械を用いてそれぞれ測定される（図45には示していない）。グラム荷重および高さ測定ステーション905は調整装置700のステーション719と構造的におよび機能的に同様であることができる。

【0122】調整システム900の制御システム906は調整装置200の制御システム500と構造および作用が同様であることができる。したがって、制御システム906により実施される算法は制御システム500により実施される算法と同様である。制御システム900により実施される算法の間の主な差は、制御システム500と異なり、ステーション902と903は巻かれな

い懸架装置14を処理するので予備調整グラム荷重または予備調整高さを利用しないことである。それ故、算法により用いられる測定された予備調整グラム荷重および予備調整高さは有効にゼロである。

【0123】本発明の懸架装置調整装置は重要な利点を与える。特に、グラム荷重、制御システムおよび輪廓形状のような懸架装置特性を高度の精度と繰り返し可能性で有効に確立しおよび／または高度の精度と繰り返し可能性に調整することができる。本発明により処理される懸架装置の特性は高度の安定性も発揮する。

【0124】本発明を好ましい実施の形態に関して述べけれども、当業者であれば、本発明の精神と範囲から逸脱せずに形状と細部を変更できることを認めるだろう。特に、システム100、200、700および900を用いて個々の懸架装置および高さジンバル組立体を調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ヘッドジンバル組立体の等角図である。

【図2】キャリアストリップから延びる複数のほぼ平らな懸架装置を有するキャリアストリップの図である。

【図3】ばね領域の輪廓を示す、図1に示したヘッドジンバル組立体の懸架装置の側面図である。

【図4】懸架装置の輪廓形状の特徴を述べるために用いられたパラメータを示す、図3に示した懸架装置の基端部の詳細側面図である。

【図5】本発明による懸架装置調整装置の第一の実施の形態の等角図である。

【図6】A～Cは図5に示したグラム荷重測定ステーションの懸架装置および部分の詳細概略図であり、かつ懸架装置のフライ高さグラム荷重を測定するためのステーションの作用を示す。

【図7】図5に示した懸架装置グラム荷重調整ステーションの詳細側面図である。

【図8】懸架装置グラム調整ステーションにより実施される懸架装置グラム調整過程を示す、図7に示した懸架装置グラム調整ステーションの懸架装置と部分の詳細概略図である。

【図9】図5に示した懸架装置グラム荷重調整装置の電氣的サブシステムの部分のブロックダイアグラムである。

【図10】懸架装置グラム調整ステーションにより行われるグラム調整過程のフローチャートである。

【図11】本発明による懸架装置調整装置の第二の実施の形態の等角図である。

【図12】図11に示した静止姿勢測定およびピッチ調整ステーションの懸架装置クランプ組立体の後ろ側の図である。

【図13】A～Cは破断して断面で示した部分を有する静止姿勢測定およびピッチ調整ステーションの側面図であり、クランプ組立体がその移送、機能的なクランプお

よびロードビームクランプ位置にある状態をそれぞれ示す。

【図14】図12に示した懸架装置クランプ組立体のベースの等角図である。

【図15】懸架装置クランプ組立体のベース組立体の平面図である。

【図16】図15に示したベース組立体の断面側面図である。

【図17】図16に示したベース組立体の機能的なクランプ領域およびロードビームクランプ領域の詳細な断面側面図である。

【図18】図12に示した懸架装置クランプ組立体のロードビームクランプ組立体および機能的なクランプ領域の詳細な断面側面図である。

【図19】図18に示した機能的なクランプ組立体のクランプフレーム組立体の平面図である。

【図20】図18に示したロードビームクランプ組立体の調整フレームの平面図である。

【図21】図19に示したクランプフレーム組立体的詳細な断面側面図である。

【図22】静止姿勢測定およびピッチ調整ステーションの詳細な等角図である。

【図23】AおよびBは、図21に示したクランプパッド組立体的詳細な断面側面図である。

【図24】機能的なクランプ組立体、ロードビーム組立体および屈曲曲げ組立体的詳細な側面図であり、その部分を断面で示してある。

【図25】図11に示した懸架装置調整装置の電氣的サブシステムのブロックダイアグラムである。

【図26】図25に示したグラム荷重および輪廓形状測定ステーションと静止姿勢測定およびピッチ調整ステーションの電氣的サブシステムの詳細なブロックダイアグラムである。

【図27】図11に示した静止姿勢測定およびピッチ調整ステーションにより行われる静止姿勢測定およびピッチ調整過程のフローダイアグラムである。

【図28】図11に示したレーザー調整ステーションの部分の側面図である。

【図29】図11に示したレーザー調整ステーションの部分の詳細な平面図である。

【図30】図28に示したレーザー調整ステーションの詳細な側面図である。

【図31】図11に示したレーザー調整ステーションの懸架装置と部分の詳細な等角図であり、レーザー調整ステーションにより実施されるレーザー調整過程を示す。

【図32】図25に示したレーザー調整ステーションの電氣的サブシステムの詳細なブロックダイアグラムである。

【図33】図11に示したレーザー調整ステーションにより行われるレーザー調整過程のフローダイアグラムで

ある。

【図34】図11に示した静止姿勢測定ステーションの懸架装置クランプ組立体的後ろ側の図である。

【図35】破断して断面で示した部分を有する静止姿勢測定ステーションの側面図であり、クランプ組立体的をその測定クランプ位置で示す。

【図36】図25に示した静止姿勢測定ステーションの電氣的サブシステムの詳細なブロックダイアグラムである。

【図37】図11に示した静止姿勢測定ステーションにより行われる静止姿勢測定過程のフローダイアグラムである。

【図38】図13A～図13Cに示したレーザー調整ステーションで行われるレーザー調整過程および図13A～図13Cに示した静止姿勢測定およびピッチ調整ステーションで行われるピッチ調整過程を制御するために図25に示した制御システムにより用いられる算法の数学的等式を述べてある。

【図39】本発明による懸架装置調整装置のブロックダイアグラムである。

【図40】図39に示したグラム荷重および高さ測定ステーションの側面図であり、その部分を断面で示してある。

【図41】図40に示した懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体的詳細図であり、その部分が断面で示してある。

【図42】図40に示した懸架装置クランプ/アクチュエータ組立体的の等角図である。

【図43】基板クランプを示す、図40に示したクランプ/アクチュエータ組立体的の詳細な断面図である。

【図44】図40に示したグラム荷重および高さ測定ステーションの制御システムのブロックダイアグラムである。

【図45】本発明による懸架装置調整装置のブロックダイアグラムである。

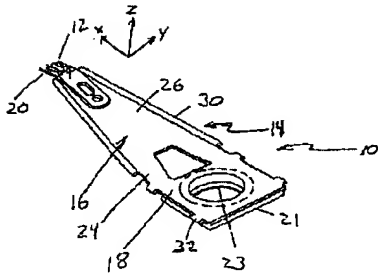
【符号の説明】

10	ジンバルヘッド組立体
12	ヘッドスライダ組立体
14	懸架装置
16	ロードビーム
18	取付領域
20	懸架装置の屈曲部
21	基板
23	取付ボス
24	ばね領域
26	堅い領域
100	懸架装置調整装置
200	懸架装置調整装置
700	懸架装置調整装置
900	懸架装置調整装置

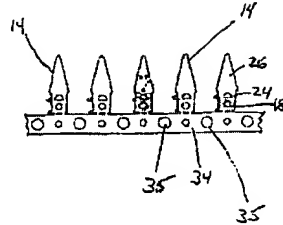
- 101 ウォーキングビーム
 102 巻きステーション
 104 第一のグラム荷重測定ステーション

- 106 グラム荷重調整ステーション
 108 第二のグラム荷重測定ステーション

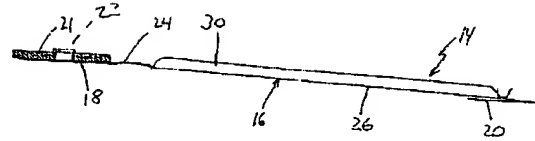
【図1】



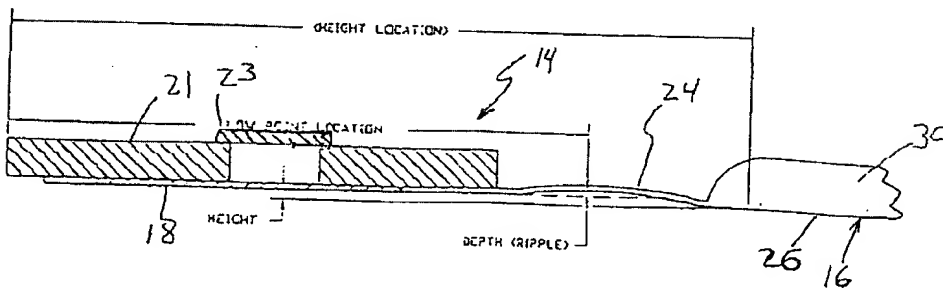
【図2】



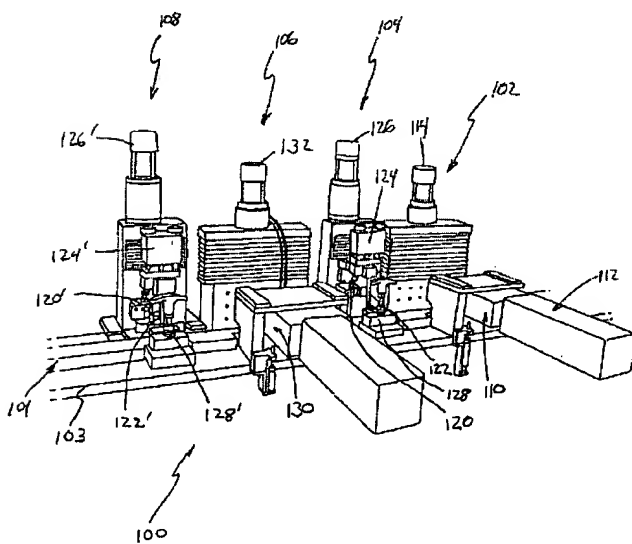
【図3】



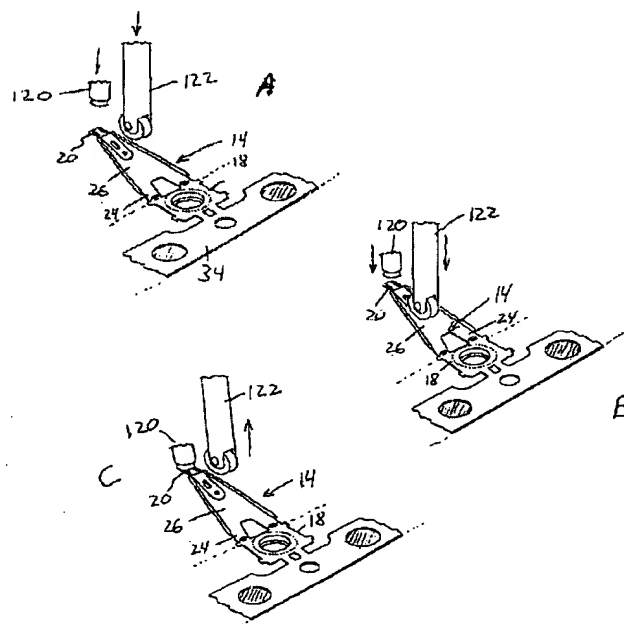
【図4】



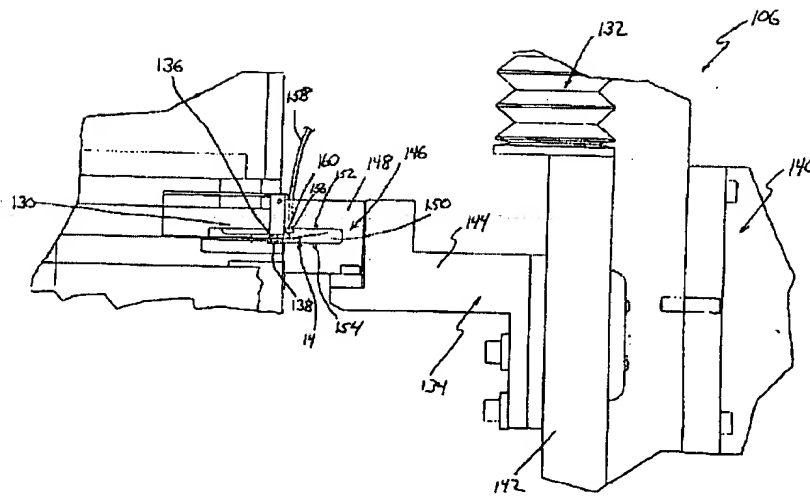
【図5】



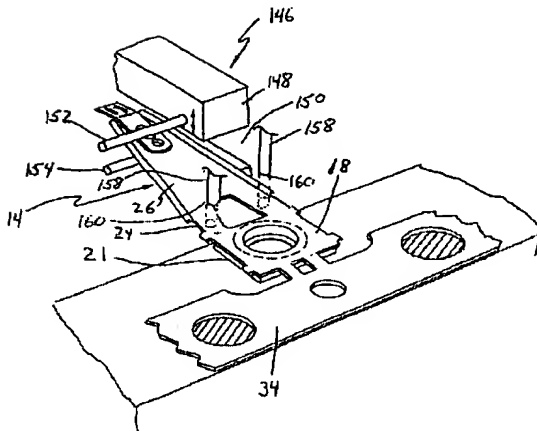
【図6】



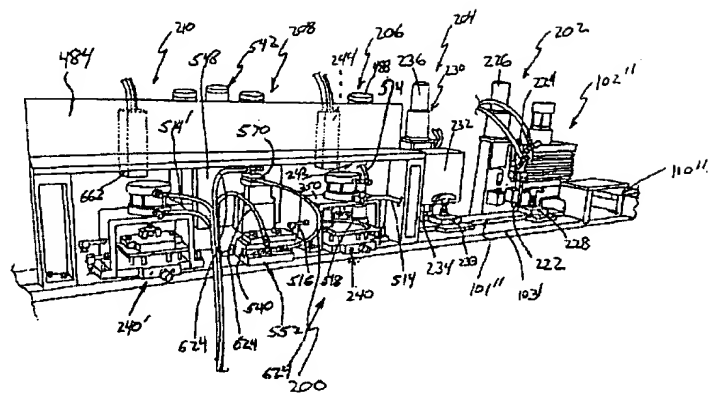
【図7】



【図8】

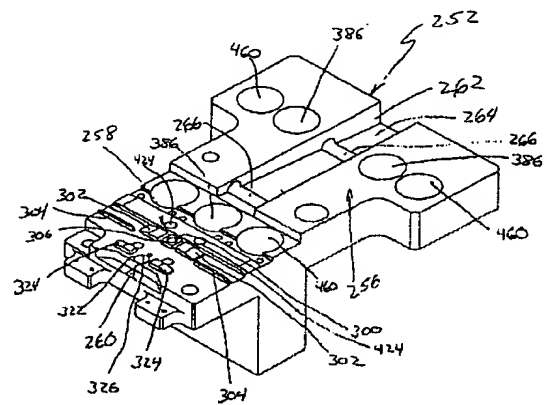
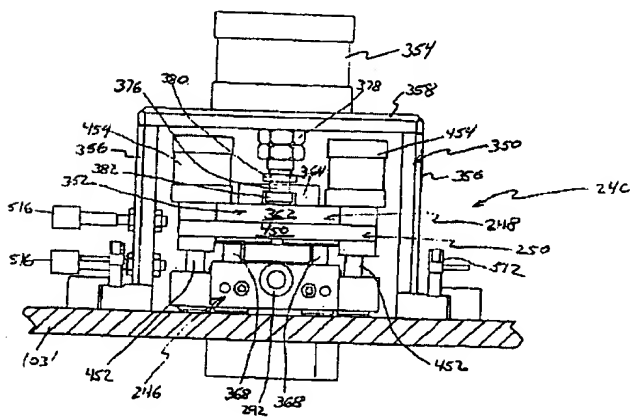


【図11】

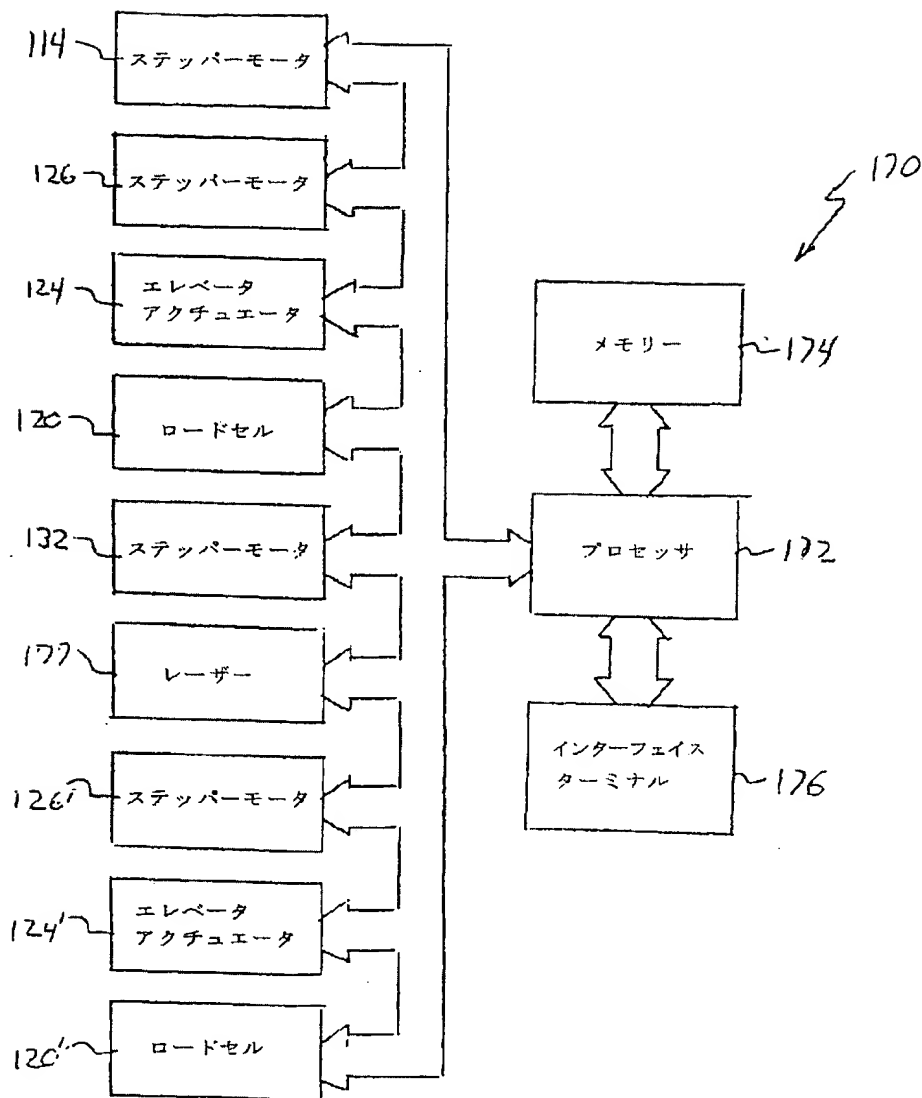


【図14】

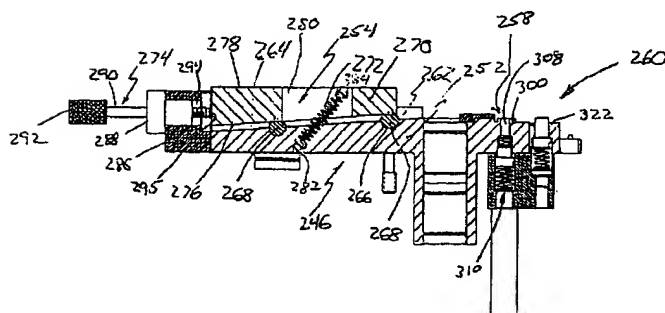
【図12】



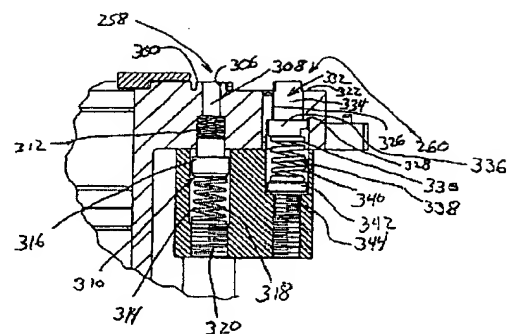
【図9】



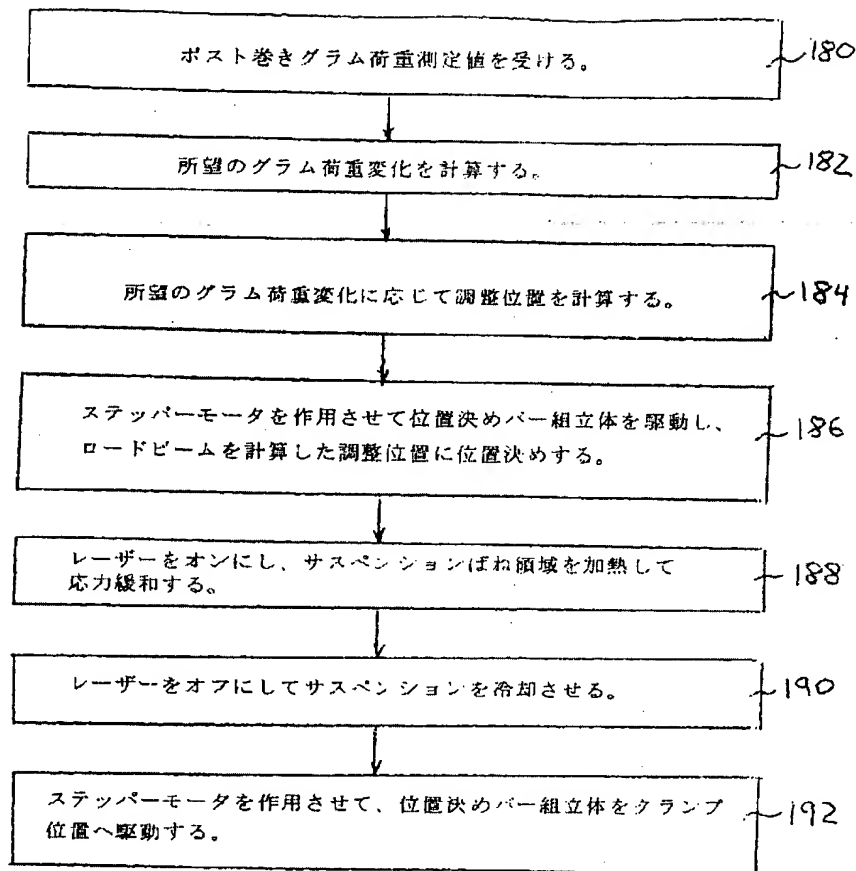
【図16】



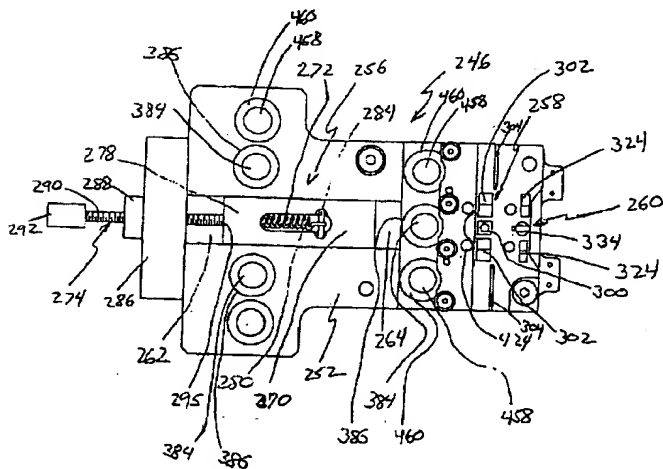
【図17】



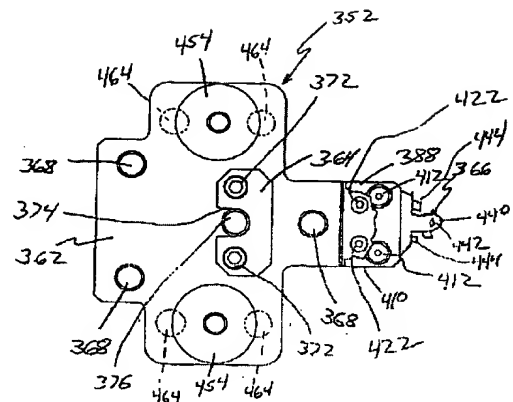
【図10】



【図15】

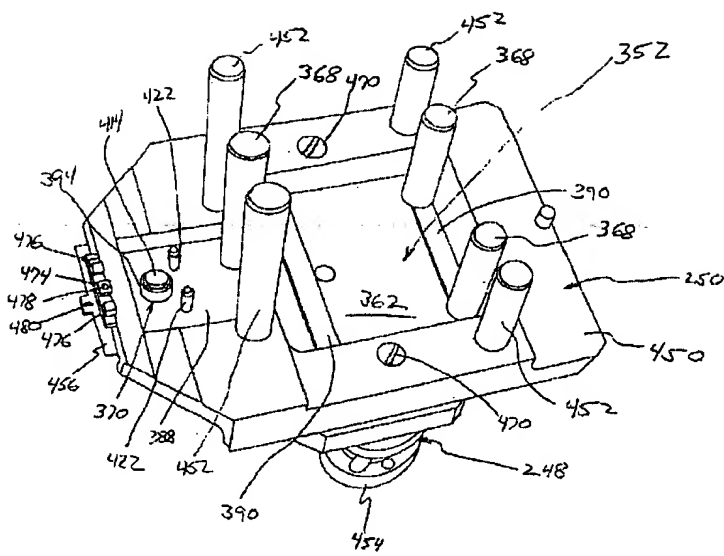


【図19】

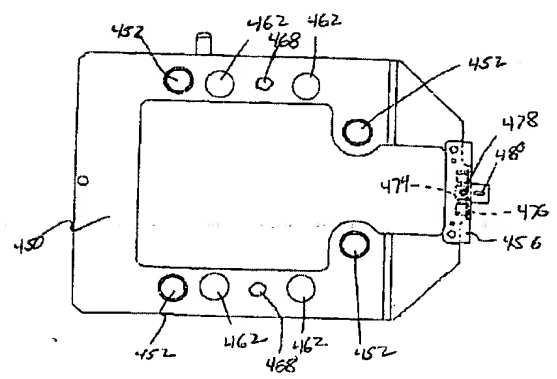


[illegible]

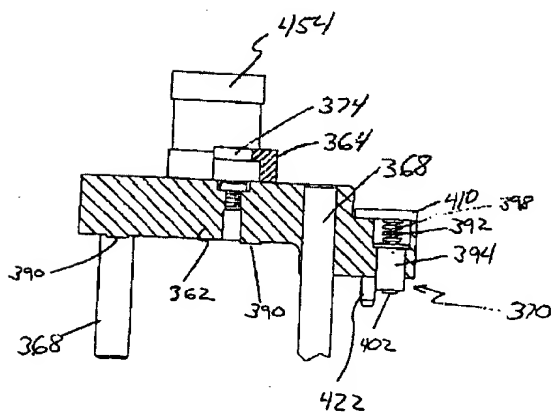
【図18】



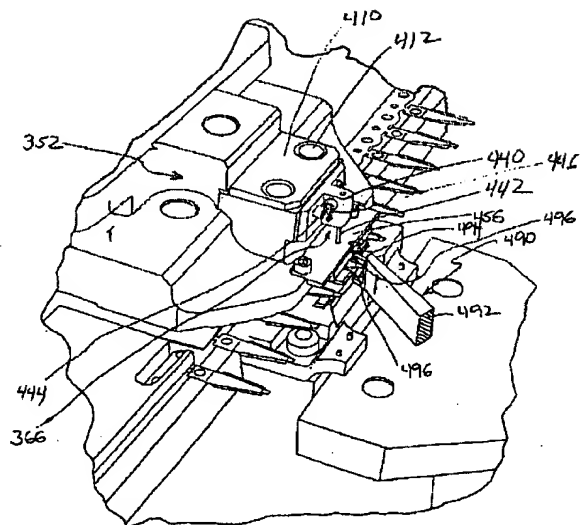
【図20】



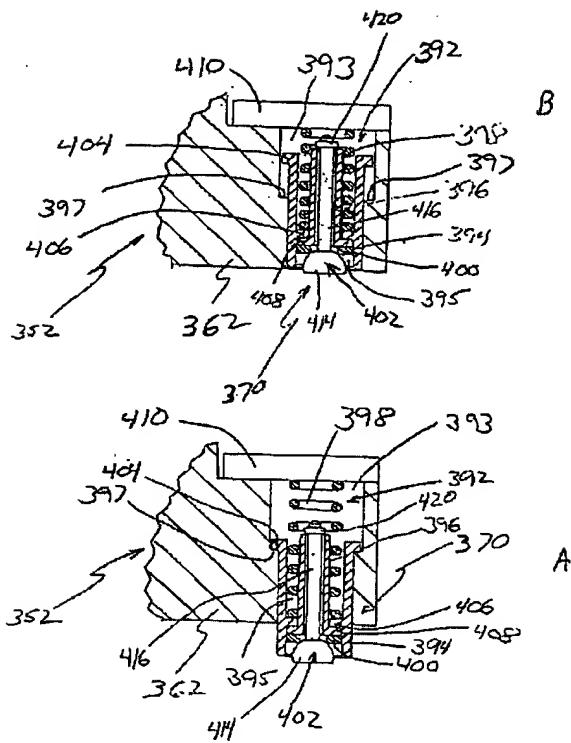
【図21】



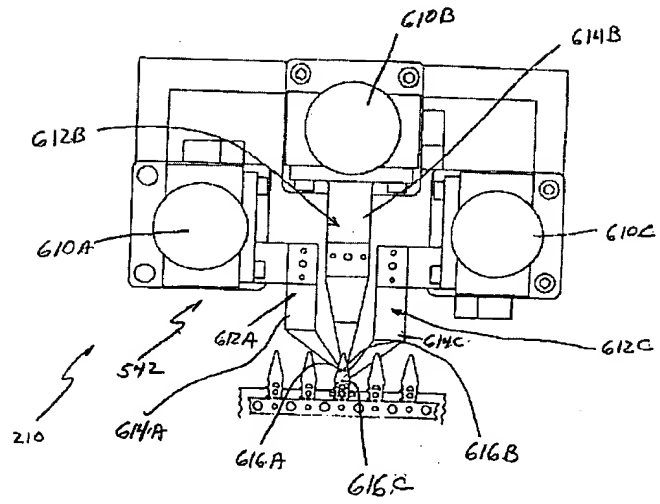
【図22】



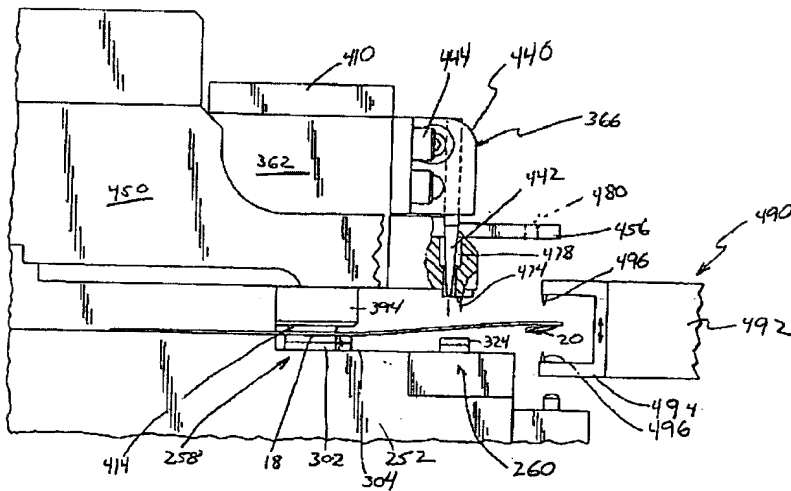
【図23】



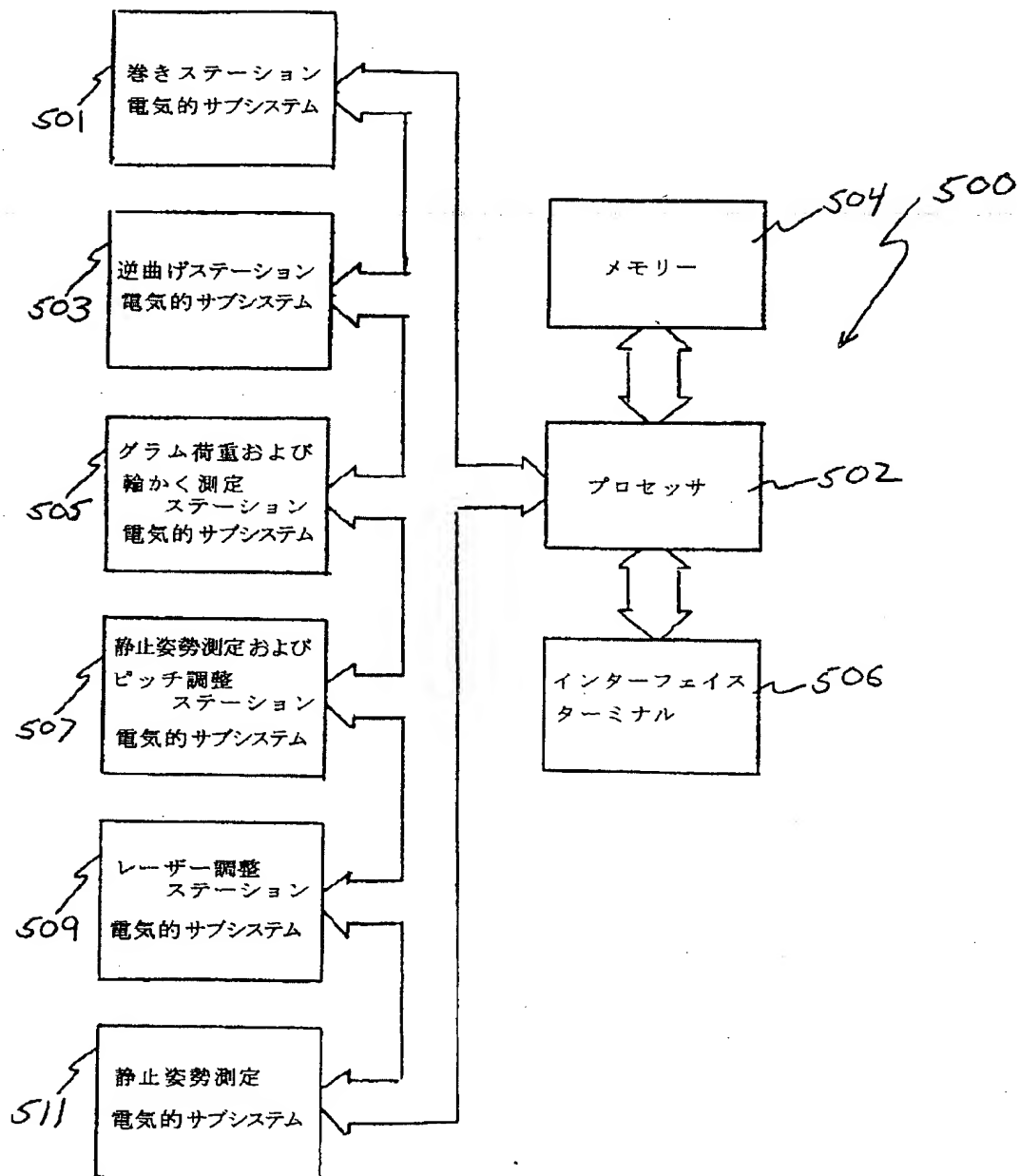
【図29】



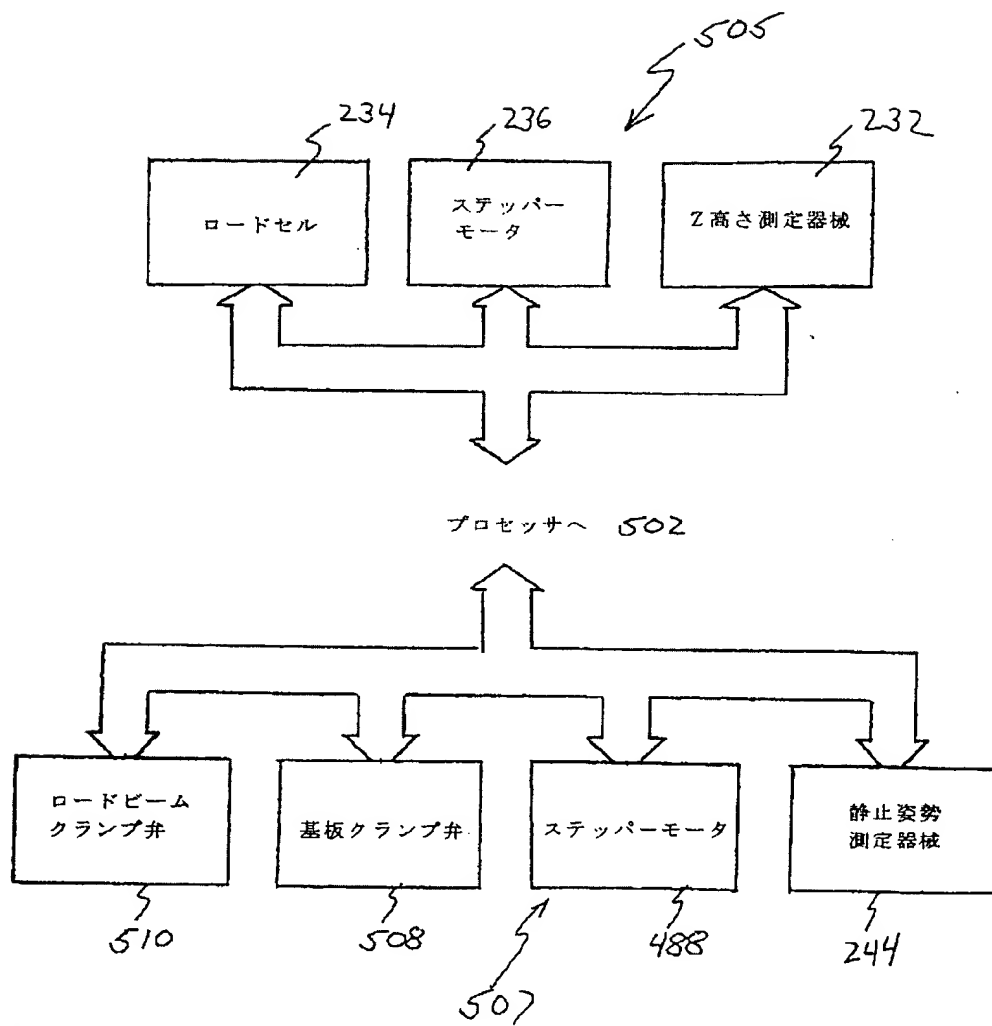
【図24】



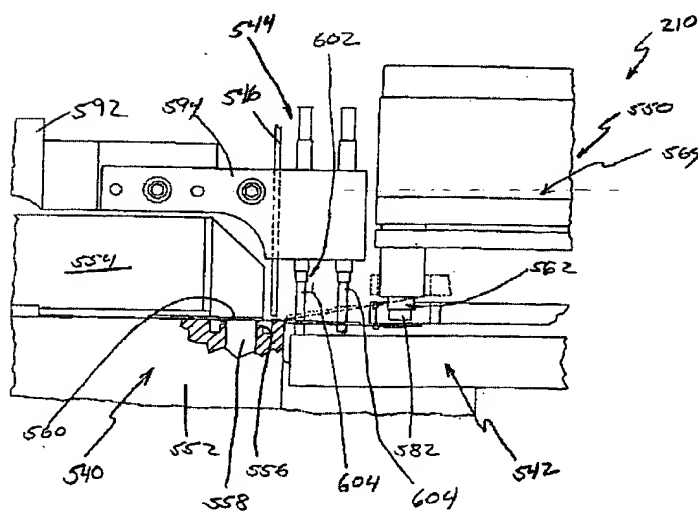
【図25】



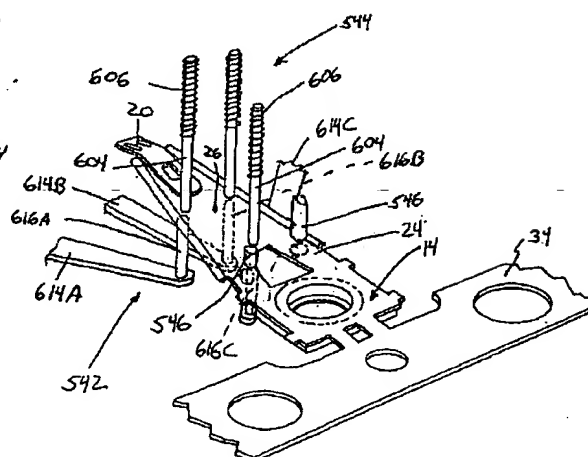
【図26】



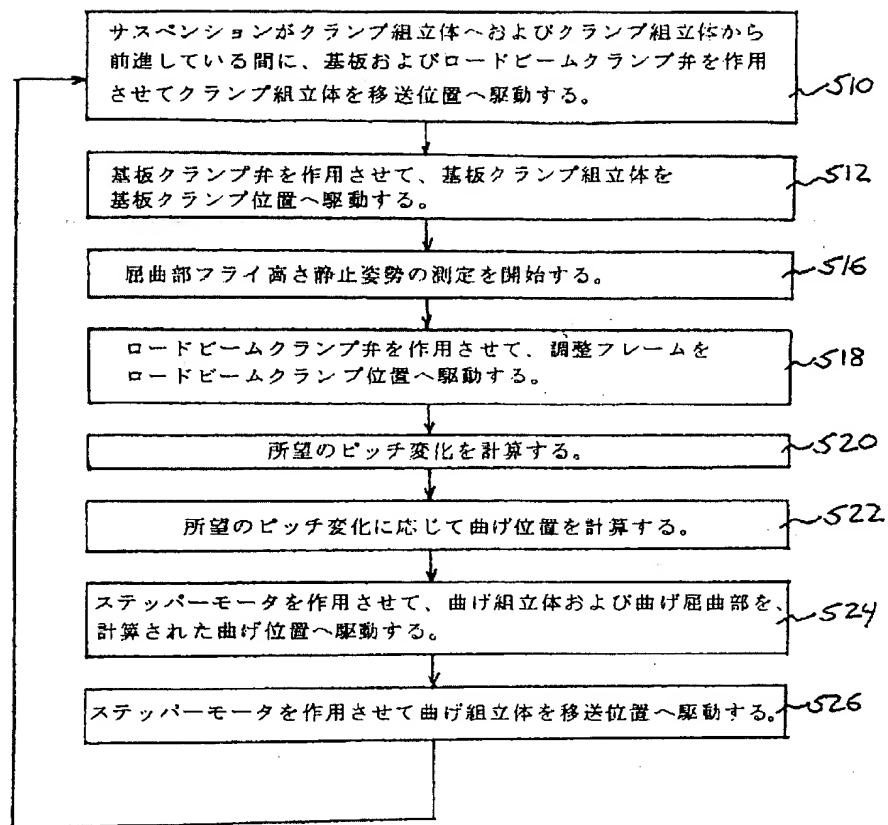
【図30】



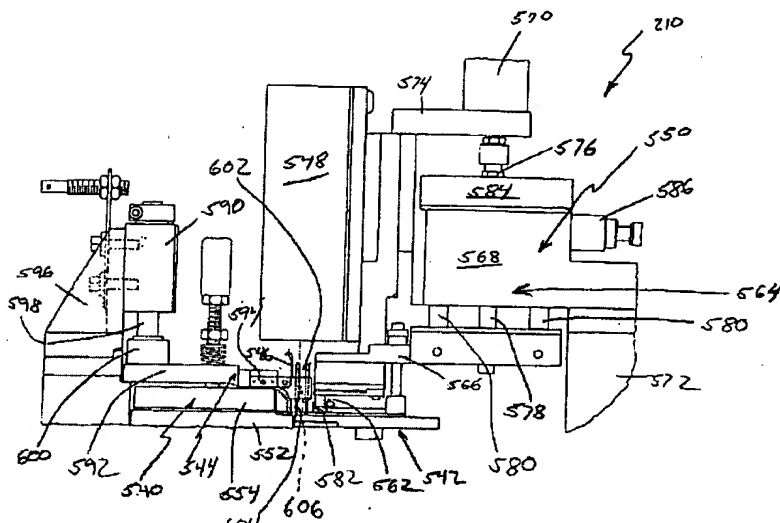
【図31】



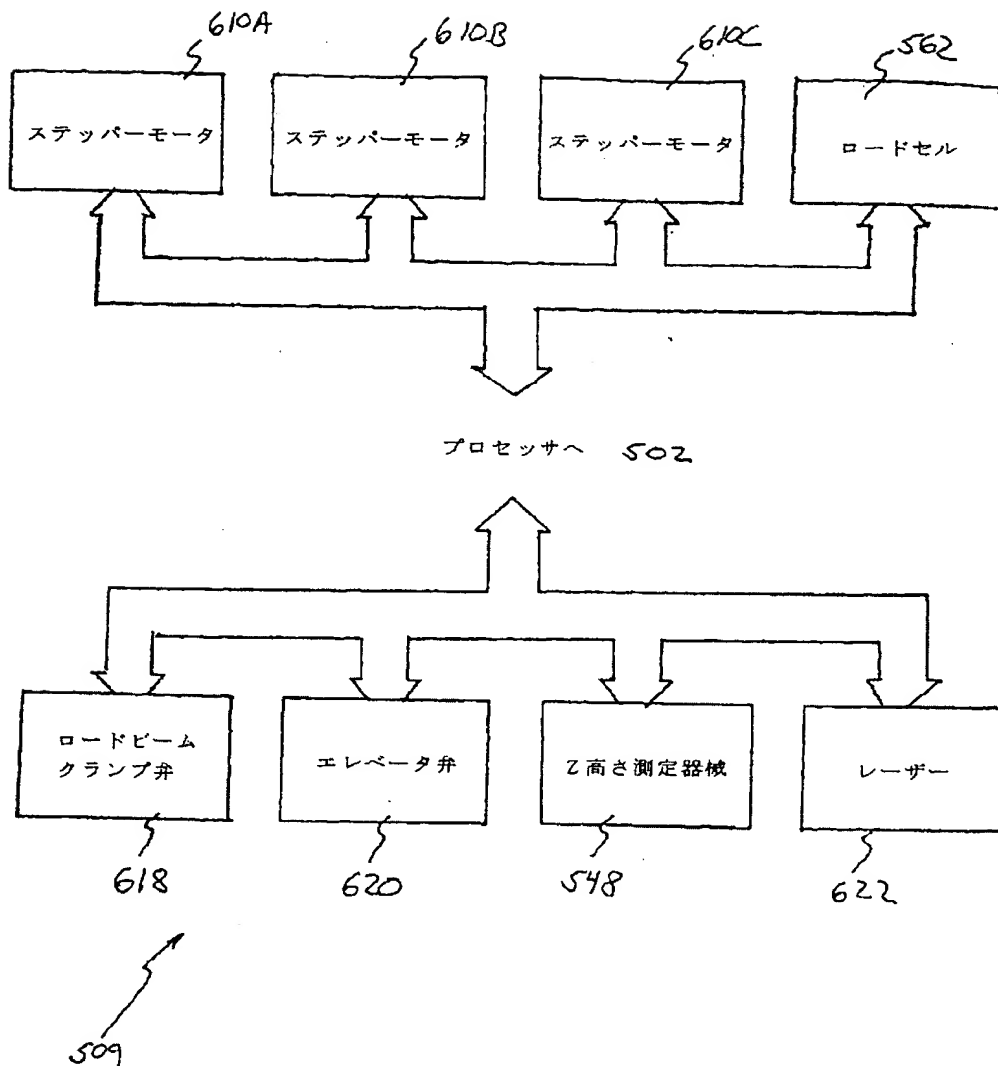
【图 27】



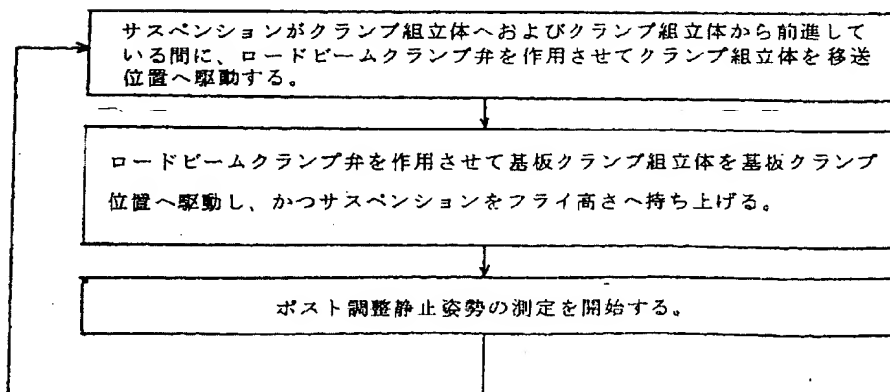
【图 28】



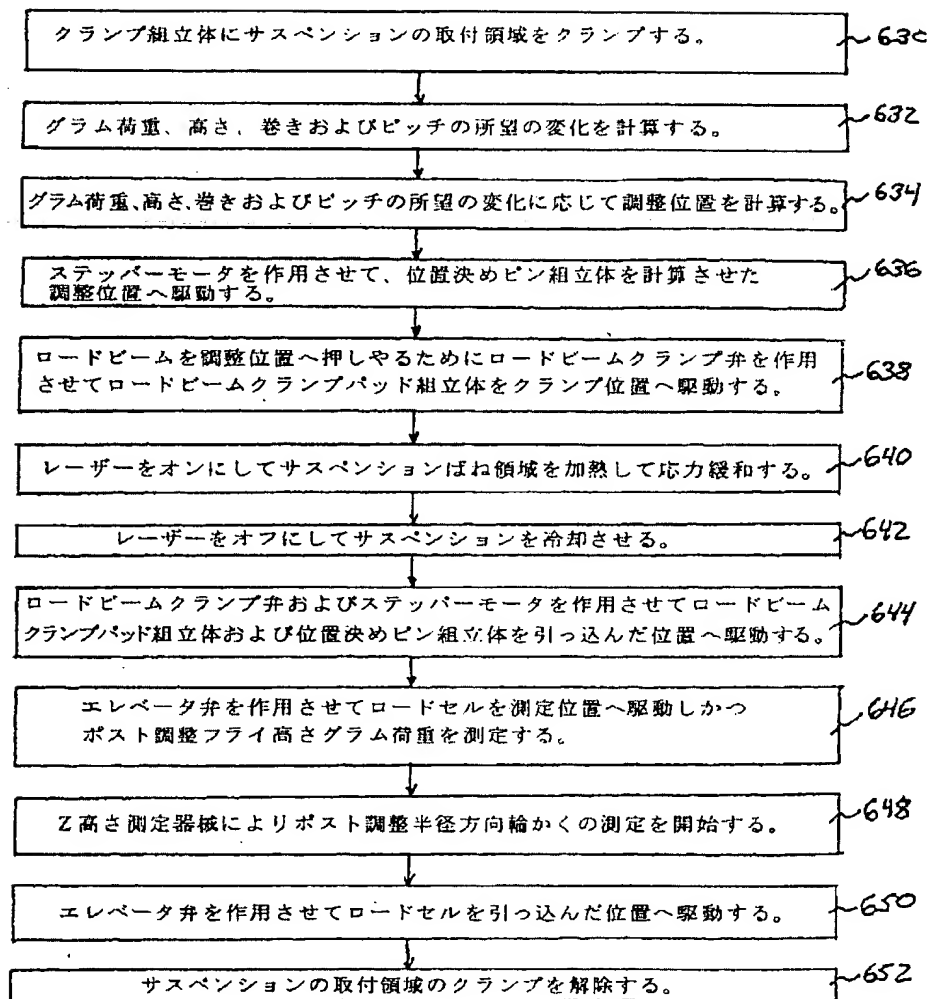
【図32】



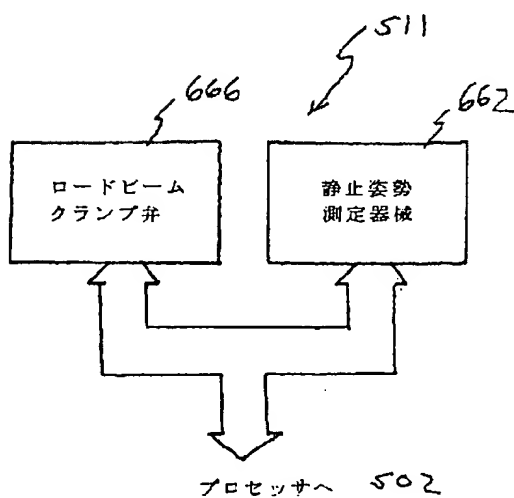
【図37】



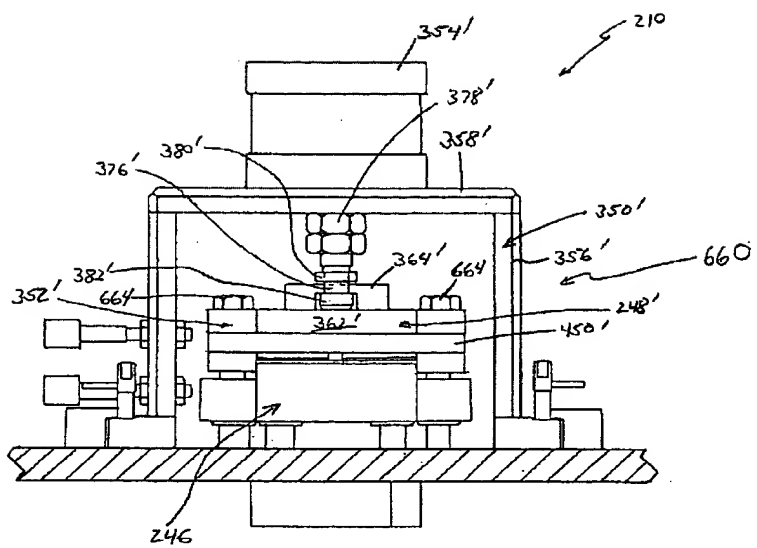
【図33】



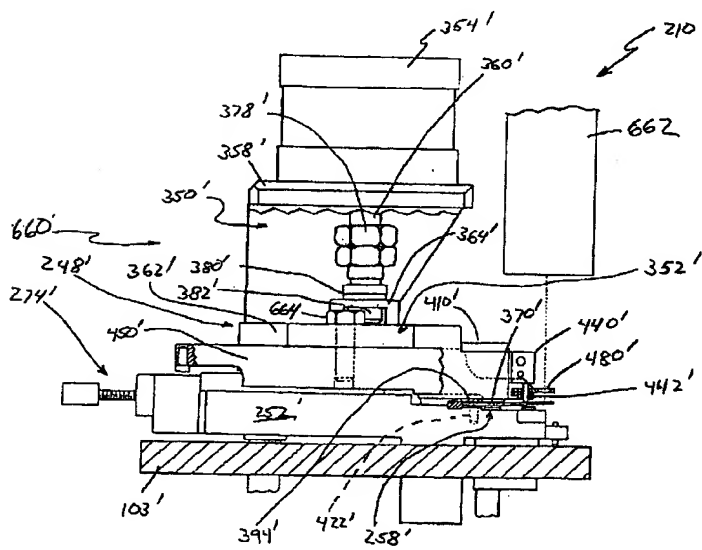
【図36】



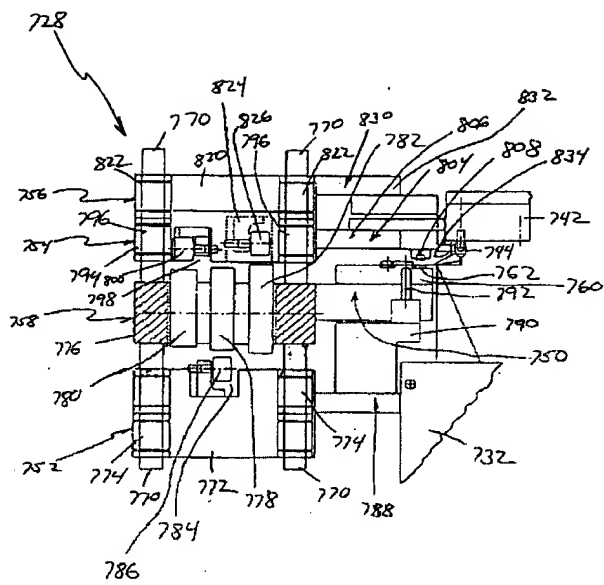
【图 3 4】



【図 3 5】



【図 4 1】



【図38】

Dpitch = 所望のピッチ - 測定した予備調整ピッチ 等式 1

Dgram = 所望の荷重 - 測定した予備調整荷重 等式 2

Dheight = 所望の高さ - 測定した予備調整高さ 等式 3

Droll = 所望の巻き - 測定した予備調整巻き 等式 4

荷重 = ピン 616 A と 616 B の平均位置 等式 5

バイアス = ピン 616 A の位置 - ピン 616 B の位置 等式 6

ピボット = ピン 616 C の位置 等式 7

パンプ = ピン 496 の位置 等式 8

ピボット = u + v 等式 9

バイアス = $\frac{Droll - M}{N}$ 等式 10

荷重 = $\frac{Dheight - A - B \cdot Pivot^3 - D \cdot Bias}{C}$ 等式 11

パンプ = $-\left[\left(\frac{Dpitch - I - J \cdot Pivot^3 - L \cdot Load}{K}\right)^2\right] \left[\frac{1}{2 \cdot Power}\right]$ 等式 12

定数 = $E + F \cdot \left[\frac{Dheight - A - D \cdot \left(\frac{Droll - M}{N}\right)}{C}\right] + H$
 $\left[\frac{Dpitch - I - L \cdot \left(\frac{Dheight - A - D \cdot \left(\frac{Droll - M}{N}\right)}{C}\right)}{K}\right] - Dgram$ 等式 13

$\alpha = -\left[F \cdot \frac{B}{C} + H \cdot \frac{J}{K} - H \cdot L \cdot \frac{B}{C \cdot K}\right]$ 等式 14

$p = \frac{G}{\alpha}$ 等式 15

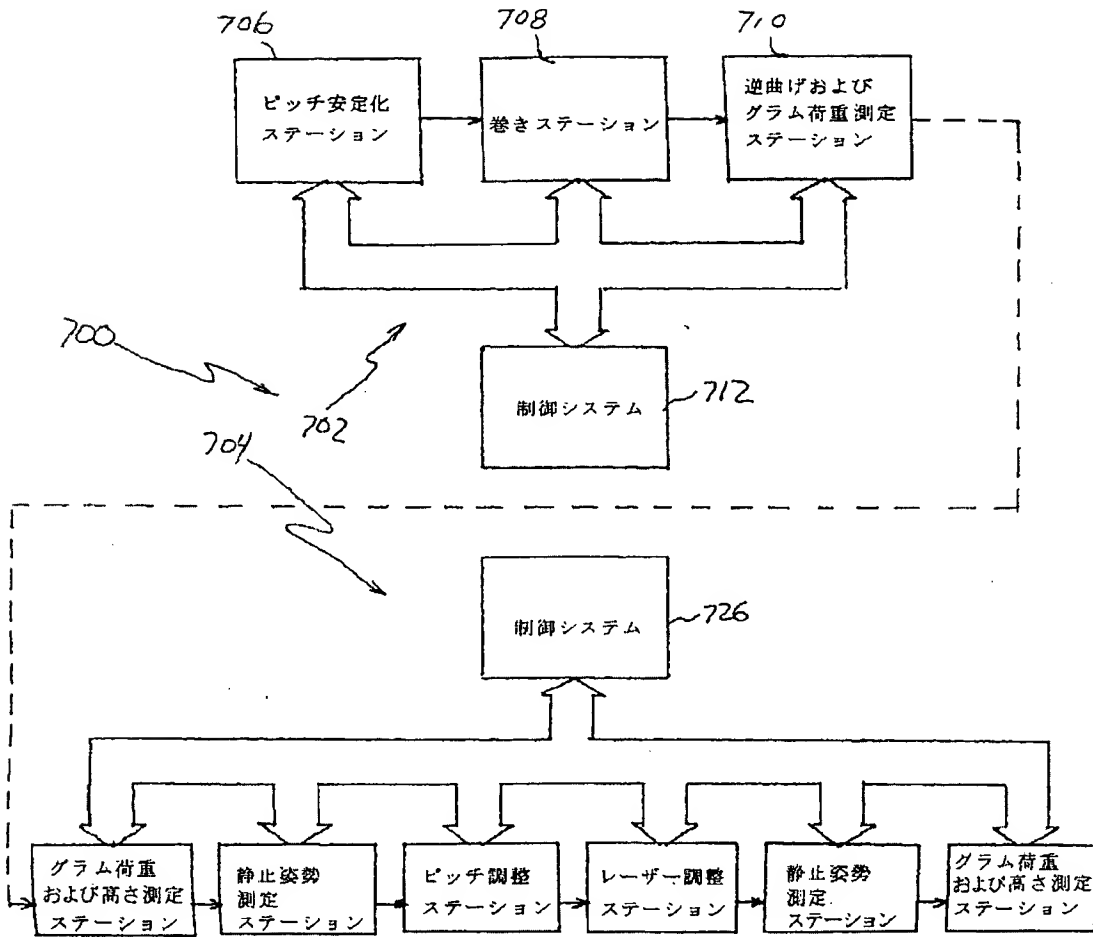
$q = \frac{Constant}{\alpha}$ 等式 16

$Det = \left[\frac{p}{3}\right]^3 + \left[\frac{q}{2}\right]^2$ 等式 17

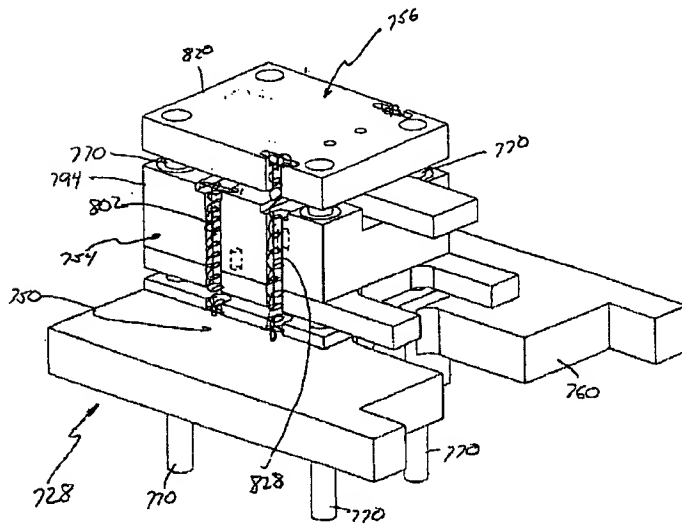
$u = \left[\frac{-1}{2} \cdot q + Det^{(1/2)}\right]^{(1/3)}$ 等式 18

$v = -\left[\left(\frac{-1}{2} \cdot q - Det^{(1/2)}\right)^2\right]^{(1/6)}$ 等式 19

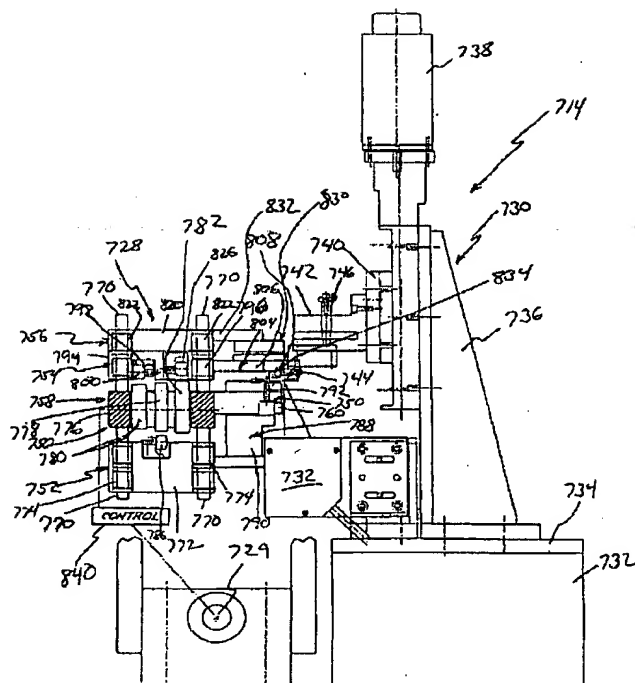
【図 3 9】



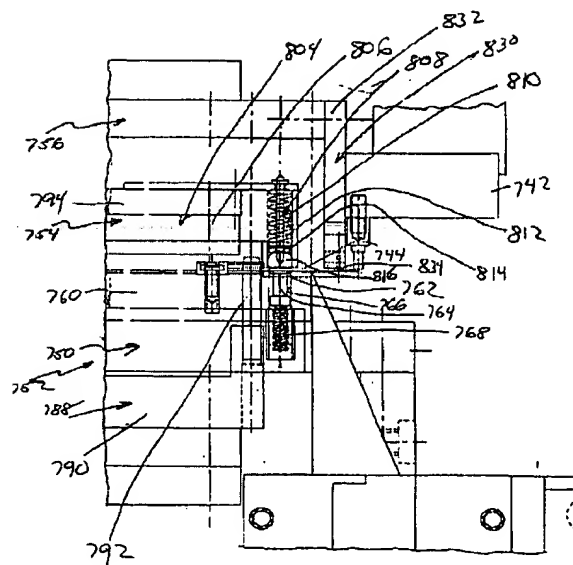
【图 4 2】



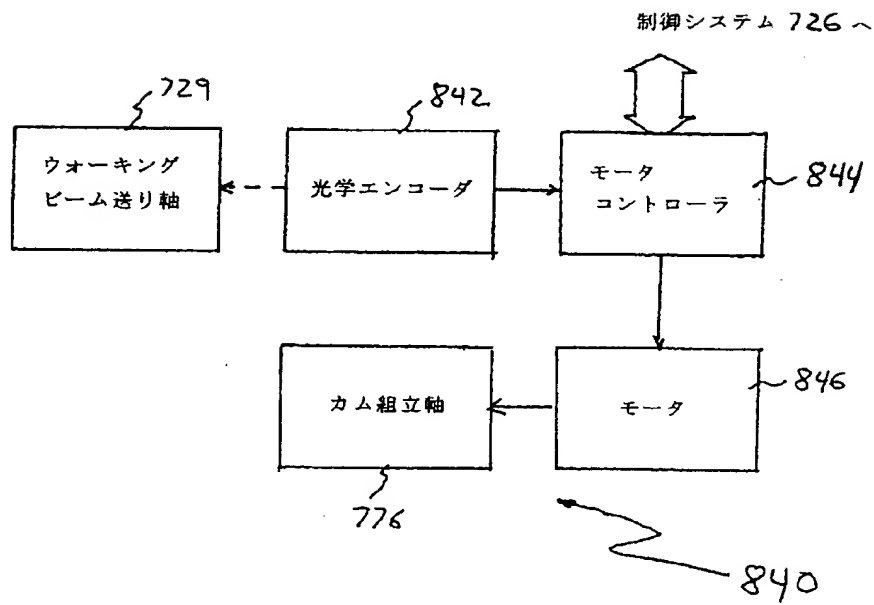
【図40】



【図43】



【図44】



【図45】

